INFORME TÉCNICO:

Ensayo Carro convencional V/S Carro ANTIMACHUCÓN SH, en conjunto de la utilización de detector de compresión electrónico.

ELABORADO PARA:

UNIFRUTTI HUERTO

TECNOLOGÍA EMPLEADA:

DETECTOR DE COMPRESIÓN O MANZANA ELECTRÓNICA

Empresas Nehuen
Panquilemo, Ruta 5 Sur, Km 244, S/N, Talca – Chile / +56 975732765 |+56 97450668 / +56 9 4494085
http://www.nehuenagrofruticola.cl/.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria agrofrutícola, y en general el mercado, exigen un riguroso control de calidad en los productos y servicios. En este sentido el sector productor y exportador de fruta fresca debe realizar un cuidadoso proceso productivo junto con inspecciones y controles que aseguren las características óptimas del producto.

Por esta razón, para detectar y evitar los posibles daños a la fruta es necesario realizar pruebas de muestreo que permitan realizar las correcciones necesarias. Para ello, existen instrumentos que determinan la intensidad de los golpes que son conducentes a machucones de mayor o menor gravedad en la fruta. Dicho instrumento es capaz de registrar la variación de la velocidad en un intervalo de tiempo, es decir, la aceleración (golpe). Está medición es muy útil en varias etapas del proceso productivo; carga y descarga en huerto, transporte, embalaje en línea de procesos, y cualquier sector donde la fruta pueda ser golpeada.

Sin embargo, la naturaleza del proceso productivo involucra otras variables relevantes, como lo es la compresión a la cual es sometida la fruta, la cual se ha demostrado que puede ser conducente a un daño importante a un conjunto de frutas. Estos daños se pueden generar en el proceso de cosecha involucrando, el capacho, el llenado de bins, el traslado bajo distintas condiciones de velocidad y terreno, el acopio, transporte, y el latente riesgo en la intervención de la mano de obra durante el proceso. La observación y experiencia de Empresas Nehuen han determinado que el daño por compresión existe en dichas etapas, y mediante una innovadora tecnología desarrollada, es posible determinar el nivel de compresión y zona asociada a un daño conducente a machucón. El dispositivo aludido es la manzana electrónica de compresión.

El machucón, no se debe tan sólo a impactos, sino también a fuerzas de vibración y compresión (Brown et al., 1993). Al producirse un impacto, la energía de la región elástica afectada es continuamente traspasada hacia el interior de la fruta hasta que ésta se haya disipado, ya sea por ruptura celular o almacenada gracias a la distensión de las membranas elásticas de los frutos (Schulte-Pason et al, 1990).

En el Cuadro 1 se muestra la frecuencia de aparición de machucones durante la cosecha y después de ésta para la variedad "Fuji RakuRaku" (Centro de Pomáceas, 2012).

Cuadro 1. Evaluación de daños físicos durante la cosecha de manzanas cv. Fuji RakuRaku (Bagging), realizada en el patio de acopio.

Tipo de daño	Incidencia total (%)	Incidencia 1ª capa del bin (%)
Durante la cosecha	**7,9**	**2,0**
Marca de dedo	0,69	0,08
Llenado de capacho o vaciado	3,31	1,77
Herida por rama	1,46	0,0
Escalera o apoyo capacho en bins	1,0	0,08
Tijera	1,31	0,08
Por pedúnculo	0,15	0
Transporte a patio de acopio	**4,5**	**0,8**
Compresión	4,31	0,77
Roce	0,15	0
Total Patio de Acopio	**12,4**	**2,8**

Nº frutos evaluados =1.300

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el presente ensayo en la localidad de Yerbas Buenas, provincia de Linares, región del Maule, en huerto perteneciente a empresas Unifrutti, a petición de Milton Salgado, donde se evaluó el funcionamiento de un carro cosechero convencional, la utilización de un carro cosechero Antimachucón SH y un carro con pulmones propio del huerto, todos los carros fueron sometidos a las mismas evaluaciones y al mismo recorrido dentro del huerto desde lugar de cosecha hacia centro de acopio.

El ensayo se llevó a cabo en la cosecha de manzanas variedad *Pink lady*, dentro del cuartel 7B -1.

Se realizaron diferentes evaluaciones dentro del huerto y hacia las instalaciones del packing, para determinar los puntos de potencial riesgo dentro del trasporte de la fruta, que puedan generar problemas de calidad, provocados por daños mecánicos expresados en machucones, la primera prueba es evaluar el funcionamiento de diferentes carros cosecheros desde huerto a centro de acopio, la segunda evaluación corresponde al trabajo del Yale realizado al tomar y descargar los bins sobre el camión para su despacho, la tercera prueba fue evaluar el trayecto de la fruta desde huerto hacia el packing de Unifrutti, ubicado en Linares.

En explicación realizada en reunión previa a trabajos en huerto; se manifestó que se deben realizar ensayos simulando condiciones extremas de velocidad; circunstancia que se produce sobre todo cuando trabajamos con variedades que se deben cosechar un alto N° de bines día; por lo cual, se realizó ensayo a 15 Km / Hora

<u>Pruebas realizadas:</u>

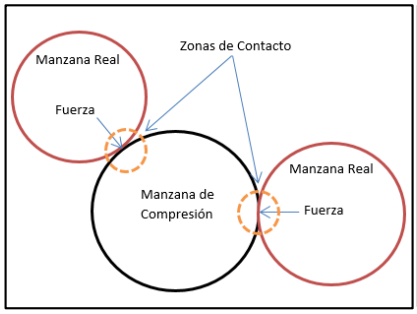
- Evaluación a 15 km/hrs con detector de compresión a 30 cm dentro bins, para todos los carros a evaluar.
- Evaluación trabajo Yale en centro de acopio.
- Evaluación trayecto camión desde huerto a packing.

En todas las pruebas se realizaron tres repeticiones, utilizando el medidor de compresión electrónico, para analizar el nivel de daños mecánicos, conducentes a machucones, que pueden generarse en el transporte de la fruta dentro del huerto o en transporte a packing.

Imagen N°1. Detector de compresión dentro de bins de manzanas durante evaluaciones realizadas.

3. FUNCIONAMIENTO TECNOLOGÍA EMPLEADA

Su funcionamiento conceptual está basado en la implementación de una serie de sensores de presión que cubren la forma esférica del dispositivo emulando la forma de una manzana. Internamente posee un microprocesador para la lectura de los sensores, un circuito de memoria interna para el almacenamiento de los datos, y una batería de larga duración para realizar el muestreo en terreno. Posteriormente, los datos capturados son exportados a un software el cual grafica los valores de presión de cada sensor en términos de Kg. El análisis de esta información conducirá a tomar medidas de corrección dependiendo de la intensidad del daño registrado.



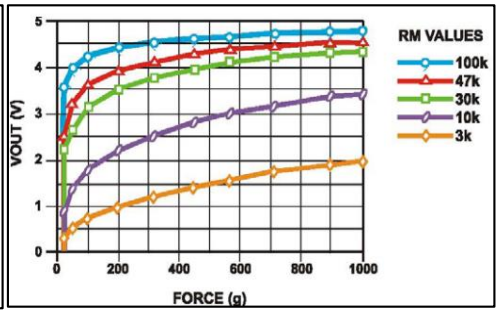
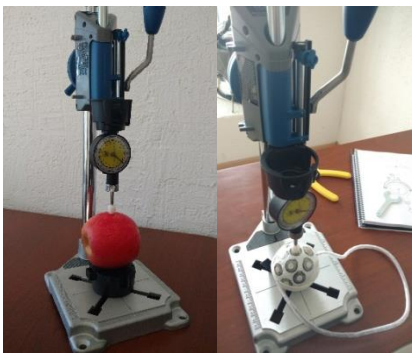


Fig.1 Fig.2

Las zonas de contacto accionan el área sensible de los sensores (fig.1), registrando un valor que debe ser convertido según la curva de respuesta del sensor (fig.2), la cual es necesaria para realizar el proceso de calibración (fig.3) y validación del dispositivo (fig.4).



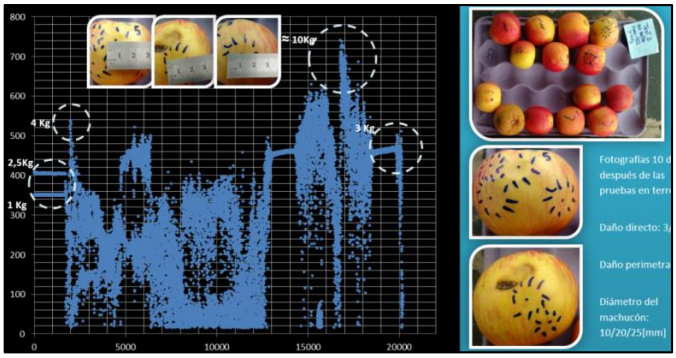


Fig.3 Fig.4

Los valores capturados por todos los sensores del dispositivo son interpretados por el software de monitoreo, previamente calibrado con los valores de validación, arrojando un gráfico que evidencia la intensidad de la presión sometida en cada muestreo de forma continua, vale decir, a través del tiempo.

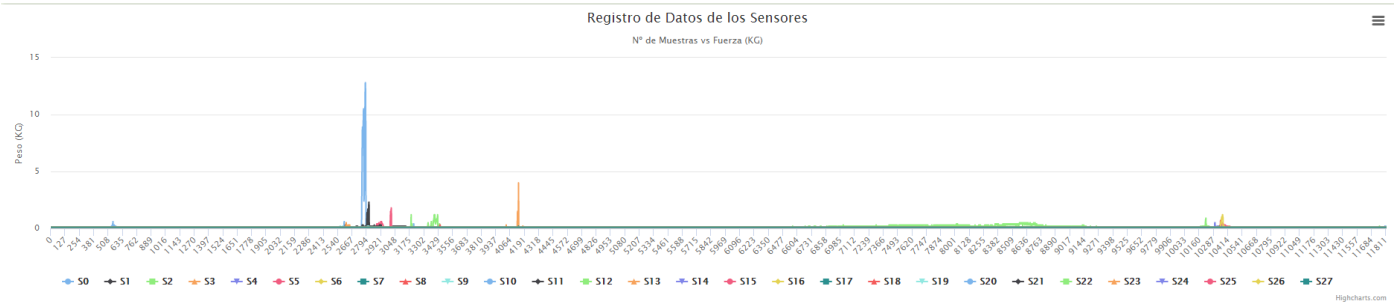
4. RESULTADOS

EVALUACIÓN A 15 KM/HRS CON DETECTOR DE COMPRESIÓN A 30 CM DENTRO BINS

<u>CARRO CONVENCIONAL; ANCHO 1.8 m</u>

Valor máximo registrado 12,8 kg en $S_{0.}$

En la primera prueba, al evaluar el detector de compresión a 30 cm de profundidad del bins cosechero, con el carro convencional a 15 km/hrs de velocidad, se observaron al menos 6 sensores que fueron puntos de contacto entre las manzanas cosechadas y el detector de compresión, de estos sensores uno de ellos recibió una compresión total de 12,8 kg lo cual es conducente a daño mecánico de riesgo severo, sobrepasando machucones de 1 cm^2 en la fruta, además el restante de los sensores, registraron peaks cercanos a los 2,5 kg cada uno, por lo que la compresión realizada por las manzanas cosechadas en esta prueba, generan daños mecánicos conducentes a machucones moderados o severos, en todoslos puntos de contacto analizados.



Valor máximo registrado 8,4 kg en $S_{19.}$

Para la misma prueba realizada, se observaron solo 4 sensores en actividad o contacto durante la evaluación, de estos valores tan solo 1 sensor alcanzo un peak de compresión de 8,4 kg, pudiendo generar daño mecánico severo en este punto de contacto, los sensores restantes activos registran valores por debajo de 1,5 kg, los cuales no generan riesgo de daños mecánicos causados por compresión en la fruta, si bien 1 sensor es conducente a riesgo de daño severo, el mismo punto de contacto obtiene 4 peaks durante la prueba, todos sobre 4 kg de compresión generando un daño severo constante en la misma zona.

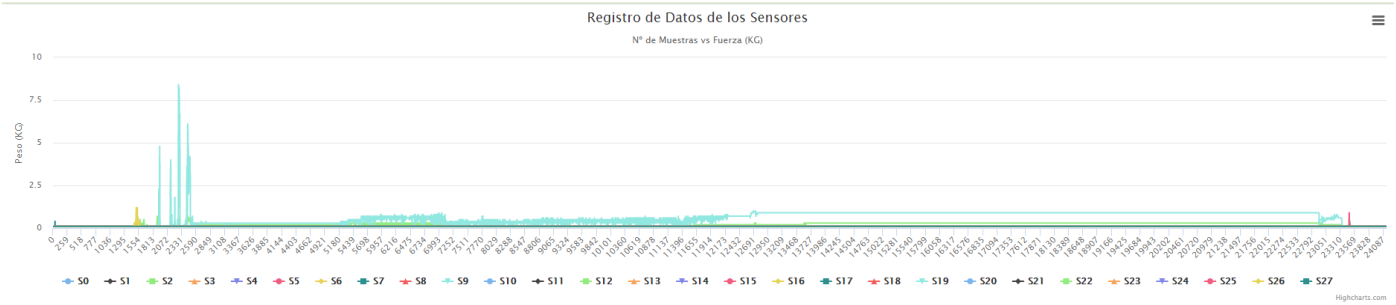
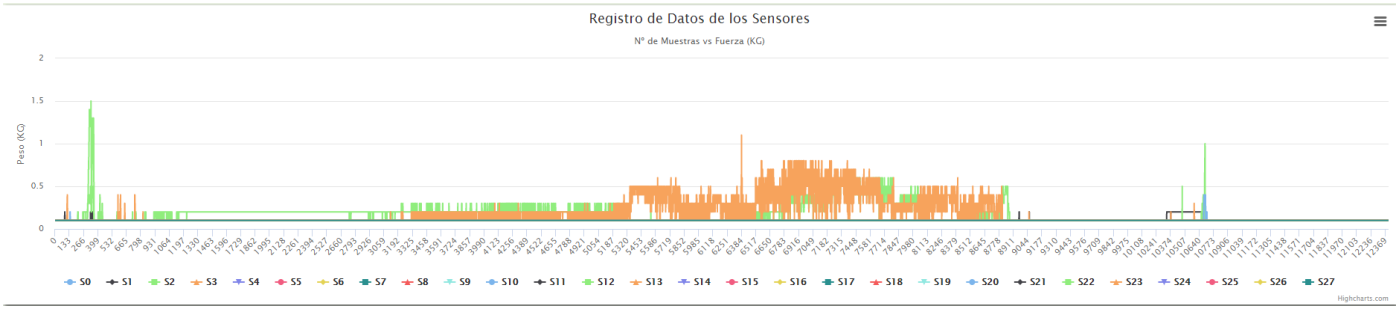


Imagen N°2. Carro cosechero autocargable convencional huerto Unifrutti.

CARRO ANTIMACHUCÓN SH NEHUEN; ANCHO 1.96 m

Valor máximo registrado 1,5 kg en S_{22}.

Se realizó la misma prueba colocando el detector de compresión a 30 cm de profundidad del bins cosechero, con una velocidad de tránsito de 15 km/hrs con el carro Antimachucón SH, en esta evaluación se observan 7 sensores activos por el detector de compresión, de los cuales el máximo valor alcanzado de compresión por uno de ellos, fue de 1,5 kg, pudiendo ocasionar riesgo leve en la fruta con daños que no sobrepasan los 0,5 cm^2, seguido por el segundo sensor con un peak cercano a 1,0 kg y el restante de los sensores activos no generan un nivel de compresión suficientepara generar daño mecánico en la fruta cosechada, expresados en machucón.



Valor máximo registrado 1,1 kg en S_2.

Para la misma prueba realizada, se observaron al menos 7 sensores en actividad o contacto durante la evaluación, de estos valores tan solo 1 sensor alcanzo un peak de compresión de 1,1 kg, los sensores restantes activos registran valores por debajo de 1,0 kg, ningún valor obtenido durante la prueba genera riesgo de daños mecánicos causados por compresión en la fruta, lo cual ratifica el sistema de suspensión, brindado por los pulmones de aire en el carro Antimachucón SH, disminuyendo considerablemente el riesgo de daño mecánico, generado por la compresión en el transporte de la fruta en huerto al compararlo con los resultados obtenidos en un carro convencional.

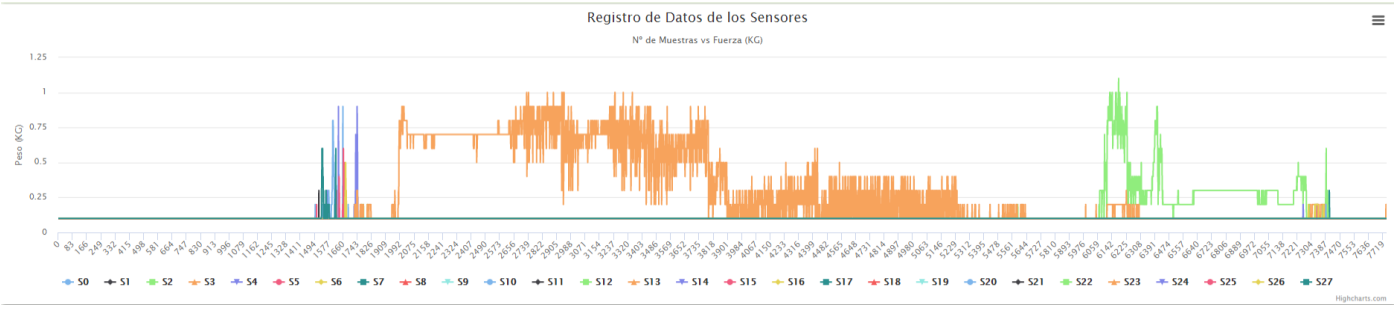
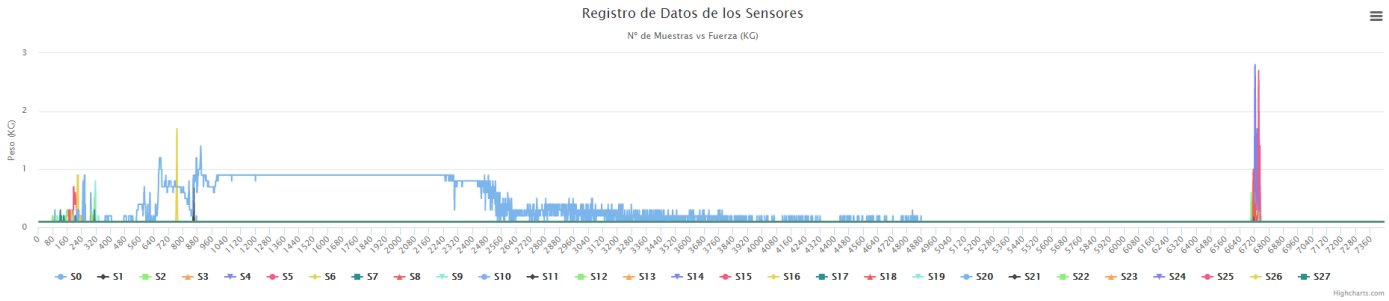


Imagen N°3. Carro cosechero autocargable Antimachucón SH, empresas Nehuen.

CARRO CON PULMONES DE FUNDO SAN AGUSTIN; ANCHO 2.19 m

Al realizar la evaluación con el carro con pulmones propio del fundo, a una velocidad de 15 Km/hrs, posicionando el detector de compresión a 30 cm de profundidad dentro del bins, se observan al menos 6 sensores activos durante la prueba, de ellos tan solo 2 sensores, mostraron peaks sobre 2,5 kg, generando riesgo moderado de daño mecánico en dichas zonas de contacto, además dos de los sensores restantes muestran peaks 1,5 kg de compresión, pudiendo generar riesgo leve de daño mecánico que pueden expresarse en machucones, el restante de los sensores activos no generan riesgo de daño para la fruta.

Valor máximo registrado 2,8 kg en S_4.



Valor máximo registrado 1,6 kg en S_4.

En otra de las evaluaciones realizadas con el carro con pulmones perteneciente al huerto, se pueden observar al menos 7 sensores activos durante la prueba, de los cuales 1 sensor muestra un peak de 1,6 kg de compresión, pudiendo generar riesgo leve de daño mecánicos expresados en machucones en los frutos, los sensores restantes no representan riesgo de daños para la fruta.

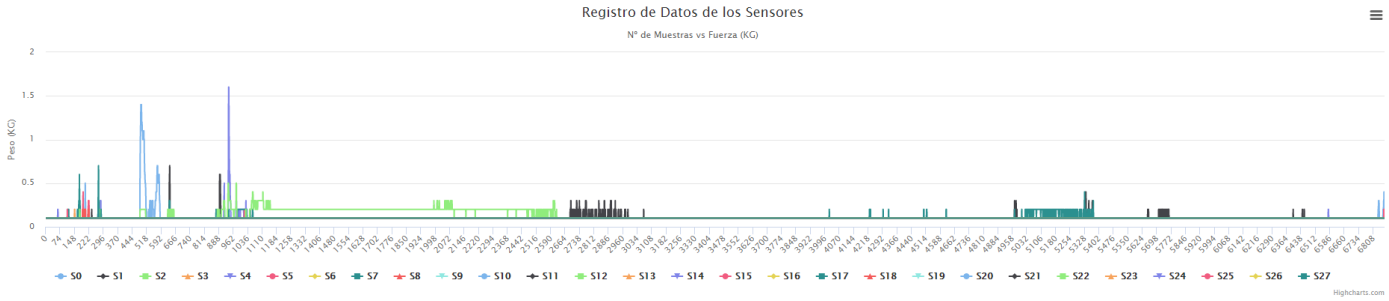


Imagen N°4. Carro cosechero autocargable con pulmones propio de huerto.

EVALUACIÓN TRABAJO YALE EN CENTRO DE ACOPIO

Valor máximo registrado 4,9 kg en S_{15}.

Al realizar la evaluación dentro del patio de acopio, en la toma y descarga de bins por parte del Yale, para la carga del camión, para el despacho de la fruta desde huerto, se realizaron 3 repeticiones las cuales se observan en el grafico a continuación, en la primera prueba se observan valores menores de compresión, debido al cuidado con el que, el operador de la maquinaria, realiza la maniobra, al repetir la operación y relajarse el operario se muestran valores similares entre las 2 últimas repeticiones donde se alcanzan valores de compresión cercanos a 4 kg suficiente para generar riesgo moderado de daño mecánico, incluso alcanzando un peak de 4,9 kg, pudiendo generar daños de tipo moderado a severo en los frutos.

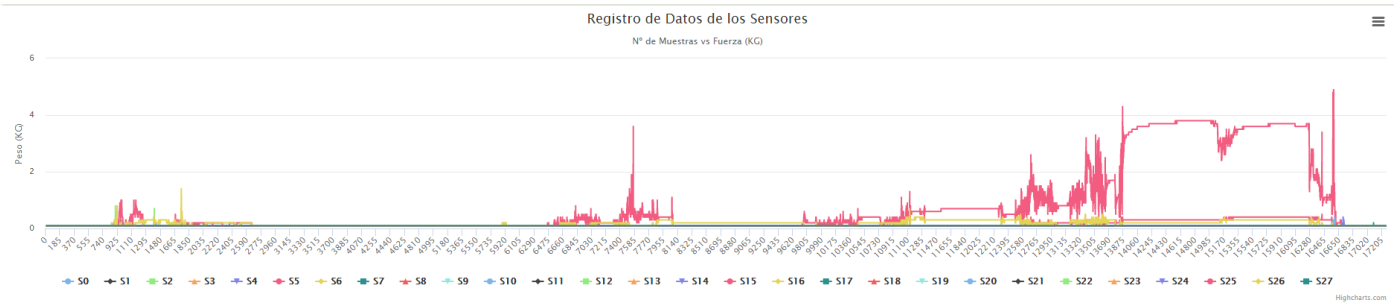


Imagen N°5. Evaluación realizada en centro de acopio toma y carga de bins a camión de traslado.

EVALUACIÓN VIAJE CAMIÓN DESDE HUERTO A PACKING

Valor máximo registrado 2,9 kg en S_7.

Al realizar la prueba de trayecto desde huerto a packing central, se dispuso del detector de compresión 30 cm de profundidad, ubicando el bins, en el último tercio del camión, en la primera posición de la pila de 3 bins, evaluando desde la puesta de los bins sobre el camión por parte del yale, donde se observan los primeros peaks dentro del gráfico, generando riesgos de tipo moderado para la fruta, alcanzado por uno de los sensores activos entregando una compresión de 2,9 kg, luego el seguimiento del viaje desde huerto a planta central de packing, el trayecto se realizó a una velocidad promedio de 70 km/hr desde huerto a carretera 5 sur y a 100 km/hr desde carretera a planta de Linares, de igual manera, no se aprecian valores de compresión durante el viaje en camión que sean conducentes a riesgo de daño mecánico para la fruta en traslado.

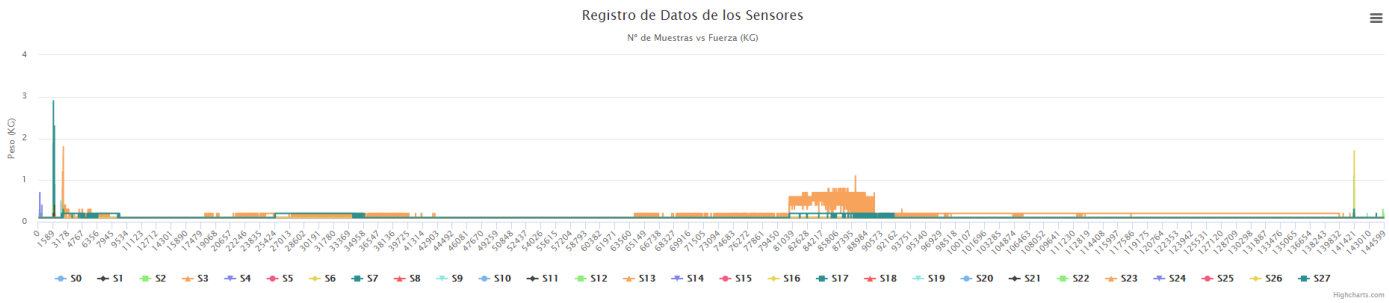


Imagen N°6. Evaluación realizada en trayecto de traslado desde centro de acopio en huerto hacia packing.

5. CONCLUSIONES

Todas las pruebas realizadas con el carro cosechero convencional, conllevan a riesgos de daños severos en la fruta por consecuencia de la compresión generada en el bins, durante su transporte desde huerto hacia centro de acopio, para la misma prueba utilizando el carro con CUATRO pulmones perteneciente al huerto, se obtuvieron valores de compresión mucho menores, generando riesgos leves a moderados de daños mecánicos que pueden expresarse en machucones, lo cual ya es beneficioso al compararlo con el uso de un carro convencional.

La misma evaluación realizada en el trayecto desde huerto a centro de acopio con el detector de compresión a los 30 cm de profundidad se realizó con el carro Antimachucón SH de DOS pulmones, obteniendo mejores resultados que ambos carros anteriores, generando solo en una medición un peak conducente a riesgo leve de daño mecánico ocasionado por compresión, el restante de las pruebas no generó valores conducentes a riesgos para la calidad de la fruta.

La diferencia entre los carros con suspensión pude deberse a la diferencia entre el N° de pulmones que se utilizan en cada modelo.

El trabajo realizado en centro de acopio por el Yale en la toma y carga de los bins para el despacho desde huerto a packing, es de riesgo para la calidad de la fruta cuando las maniobras no se hacen con suficiente cuidado, pudiendo generar riesgos leves a severos de daños mecánicos que pudiesen expresarse en lesiones como machucón, es por esto que se recomienda siempre supervisión directa en el trabajo de carga y descarga de bins.

El trayecto desde huerto a packing, realizando el seguimiento del camión en todo momento, no genera datos que pudiesen significar riesgo de daño mecánico para la fruta en traslado, solo se observa riesgo moderado de daño mecánico por compresión al realizar la carga de los bins sobre el camión por el Yale.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Brown, G. K., N. L., Schulte-Pason, E. J., Timm, P. R., Armstrong, D. E., Marshall. 1993. Reduce Apple bruisedamage. Washington StateUniversitytreefruitpostharvestjournal. Vol. 4, N° 3: 6-10.

- Schulte-Pason, N. L., E. J. Timm, and G. K. Brown. 1990. Apple, Peach and PearImpactDamageThresholds. American SocietyofAgriculturalEngineers. Paper N_90-6002ASAE. St. Joseph, MI.

- Vásquez, M. Lepe, V. Muñoz P. 2012. Programa de difusión tecnológica para reducir el daño por impacto en manzanas a nivel de huerto y líneas de embalaje en la región de La Araucanía, en sistemas productivos intensivos bajo condiciones de clima frío.

José Luis Vásquez A.
Asesor
Manejo de fruta huerto y Packing
Empresas Nehuen

Natalia Reyes Ceballos
Ing. Agrónoma
Investigación y desarrollo
Empresas Nehuen