

LAS APLICACIONES FOLIARES DE CALCIO-BORO Y SU EFECTO EN CALIDAD INTERNA E INCIDENCIA DEL RAJADO DE FRUTOS DE AGUAYMANTO.

Foliar Spray of Calcium-Boron and its effect on internal quality and incidence of cracking fruits of cape gooseberry.

Erasmó Vásquez – Rojas¹

1. Escuela Pos Grado en Horticultura Universidad Nacional Agraria La Molina
Correo para correspondencia: 20171541@lamolina.edu.pe

RESUMEN

Tratando de determinar el efecto de la aplicación de calcio - boro vía foliar en la calidad de frutos del aguaymanto (*Physalis peruviana*) se instaló parcelas experimentales en dos localidades: Ichocán (2834 msnm) y Molino (2280 msnm), ambos en la provincia de Ambo, región Huánuco, utilizando un Diseño de Bloque Completos al Azar con arreglo factorial de 2x2 +1 con cuatro repeticiones, siendo los factores en estudio : Dosis (500 y 1000 ppm de CaO, 33.63 y 67.26 ppm de B₂O₃), Frecuencia (7 y 14 días) y un testigo contrastante (adicionante), en total, se tuvo 20 unidades experimentales por localidad, evaluándose 4 plantas por unidad experimental, los parámetros de calidad de frutos evaluados fueron: diámetro, peso, sólidos solubles totales, acidez titulable, índice de madurez, contenido de materia seca, firmeza e incidencia de rajado de frutos, encontrándose diferencias significativas en los parámetros firmeza, contenido de calcio a nivel de frutos e incidencia del rajado de frutos, con respecto a los tratamientos estudiados, se encontraron diferencias estadísticas significativas, así como interacción entre los factores en estudio para el parámetro sólidos solubles totales en Ichocán y número de frutos en Molino, no encontrándose diferencias significativas en los demás parámetros evaluados.

Palabras clave: aguaymanto, calcio-boro, rajado, calidad

ABSTRACT

Trying to determine the effect of the foliar spray of calcium - boron on the fruits quality of cape gooseberry (*Physalis peruviana*), experimental plots were installed in two locations: Ichocán (2834 masl) and Molino (2280 masl), both in the province of Ambo, Huánuco region, using a Complete Random Block Design with a factorial arrangement of 2x2 +1 with four repetitions, the factors under study: Dose (500 and 1000 ppm of CaO, 33.63 and 67.26 ppm of B₂O₃), Frequency (7 and 14 days) and a contrasting control (additive), in total, there were 20 experimental units per locality, evaluating 4 plants per experimental unit, the fruit quality parameters evaluated were: diameter, weight, total soluble solids, titratable acidity, maturity index, dry matter content, firmness and incidence of fruit splitting, finding significant differences in the parameters firmness, calcium content at the fruit level and incidence of fruit splitting. rutos, with respect to the treatments studied, significant statistical differences were found, as well as interaction between the factors under study for the parameter total soluble solids in Ichocán and number of fruits in Molino, finding no significant differences in the other parameters evaluated.

Key words: cape gooseberry, calcium-boron, cracked fruit, quality fruit

<https://doi.org/10.47840/ReInA20212>

Recibido: 31 de julio 2020

Aceptado para su publicación: 08 de agosto 2020

INTRODUCCIÓN

Entre los problemas agronómicos que presenta el cultivo del aguaymanto, adquiere singular importancia Junto a la tendencia global de demanda de productos nutraceuticos (*superfoods*) y la puesta en valor de productos nativos, en los últimos años se incrementó la demanda de los frutos del aguaymanto, tanto para el mercado nacional como para el de exportación, es así que según datos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2018) se ha pasado de no comercializarse oficialmente nada en el 2010 a venderse 2 TM/día, solo en el Mercado de Frutas de Lima en el 2018 y exportándose 370 TM de aguaymanto deshidratado, durante el año 2017 (PROMPERU, 2018), ingresando con ello de manera exitosa a mercados exigentes como Japón, Europa y Estados Unidos.

la presencia del rajado de frutos, fisiopatía que genera importantes pérdidas en el productor, el mismo que bordea entre el 10-15% en el campo y un 20% en el packing alcanzando hasta un 45% en épocas de alta presipitación (Fischer, 2005).

El rajado de frutos es una falla física en la epidermis del fruto, su presencia se relaciona con condiciones de alta disponibilidad de agua y baja demanda de evaporación, que incrementa el suministro de agua a los tejidos de la fruta, produciendo una alta presión hidrostática (presión de turgencia) e induciendo a un exceso de fuerza extensible en las paredes celulares (Aloni, Karni, Moreshet, Yao y Stanghellini, 1999), Este problema, no es exclusivo del aguaymanto, pues este se presenta en drupas, hesperidios y con

mayor frecuencia en bayas afectando especies como el tomate, manzano, pera, cítricos, uva, cereza, etc. (Opara y tadesse, 1997).

Refiriéndose al fruto del aguaymanto, Fisher (2005), manifiesta que este tiene cierta predisposición al rajado por ser una baya jugosa con una epidermis muy delgada; además un alto contenido de semillas (100 a 300 semillas/fruto), posiblemente por influencias hormonales atraen buenas cantidades de agua y carbohidratos. Así mismo, por su parénquima no compacto, el fruto presenta numerosas lagunas cuyo número y tamaño aumenta a medida que madura (Valencia, 1985), el cual lo predisponen a esta fisiopatía.

Por otro lado, muchos son los autores que han relacionado la deficiencia del calcio con el rajado del fruto, pues este elemento ha sido con frecuencia reportado como indispensable para la prevención de esta fisiopatía en diferentes especies como tomate, cereza y manzana (Peet, 1992; Lane, Meheriuk y McKenzie, 2000; Shear, 1975), esto debido a que el calcio participa en procesos como la elongación y división celular así como la estructuración de la pared celular, al unir las pectinas mediante enlaces cruzados que forman zonas de empalme, y además genera estabilidad de la membrana mediante la unión de los fosfolípidos, lo cual disminuye la permeabilidad hidráulica de la misma y aumenta la firmeza de la pulpa en algunas especies, por tanto se cree que su ausencia puede inducir el rajado (Lane *et al.* 2000; Drake y Proebsting 1985). Bajo ese concepto se hizo estudios evaluando la incorporación del calcio en los programas nutricionales con el objetivo de disminuir la incidencia del rajado en frutos de

cerezas (Callan, 1986; Facticeau, 1982; Yamamoto, Satohh y Watanabes 1992) aunque con resultados contradictorios, así mismo, algunos autores como Jackson, Sharpless y Palmer (1971) manifiestan que los frutos provenientes de plantas frondosas, tienen bajas concentraciones de calcio, haciendo que estas sean más susceptibles a desordenes fisiológicos ocasionados por la deficiencia de este elemento.

Trabajando en *Physalis peruviana*, Amézquita, Balaguera y Álvarez (2011), determinaron que bajo las condiciones del departamento de Boyacá en Colombia (a 2600 msnm), la aplicación de calcio y giberelinas vía foliar incrementan la producción de frutos de aguaymanto especialmente a concentraciones de 0.5 y 1.0 mg/litro, así mismo, las dosis más altas de calcio tuvieron un efecto en la disminución de los valores de SST, pero incrementaron los valores referentes a la acidez total titulable, no obteniendo resultados consistentes con respecto al porcentaje de rajado de frutos.

Estudiando el efecto de la aplicación de calcio en aguaymanto, Álvarez, Balaguera y Fischer (2012), determinaron que bajo condiciones de invernadero en Bogotá – Colombia a 2560 msnm, las aplicaciones de 100 Kg/ha de calcio vía fertirriego tuvieron un efecto directo sobre el porcentaje de rajado de frutos disminuyendo la presencia de esta fisiopatía de 38 a 27 por ciento en los frutos provenientes de plantas tratadas con calcio, por su parte, Comman (2005), evaluando los efectos de calcio, boro y cobre en aguaymanto cultivado bajo invernadero determinó que el rajado de los frutos se expresó en función a la ausencia de calcio y boro en la fertilización, con un incremento de 5,5 a 13 por ciento de frutos rajados cuando cualquiera de estos

elementos era eliminado de la solución nutritiva.

Por otro lado, estudiando el efecto de las aplicaciones de calcio en las características del fruto ya en otras especies frutales, se reporta que aplicaciones foliares de este elemento en cerezo intensifican el color rojo de la piel (Looney 1985), incrementando el contenido de sólidos solubles (Callan,1986) y combinadas con cobre, aumentan la acidez (Brown, Kitchener, Glasson y Barnes, 1996). Por su parte, Lobos, Pinillos y Lobos (2011), estudiando el efecto de la aplicación de calcio en la calidad de frutos del arándano alto, reporta que no se produjeron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados para las variables de calibre, peso y sólidos solubles, sin embargo, aplicaciones de calcio vía foliar y al suelo en pre cosecha, desde cuaja hasta desarrollo de frutos, ocasionaron diferencias significativas en la firmeza de éstos, respecto de las plantas no tratadas, así mismo, Guzmán (2002), en trabajos realizados en mango Kent, reporta que, dos aplicaciones de calcio en forma de poliquelato a dosis de 5 y 10 ml/L, realizadas en precosecha a los 60 y 30 días antes del corte, redujeron el contenido de SST en 54.8 por ciento e incrementaron el peso del fruto y la firmeza del mismo en 10.6 y 43.0 por ciento, respectivamente.

A pesar de la abundante información respecto a este problema, son escasos los trabajos de investigación específica con respecto al aguaymanto en condiciones de nuestro país y también es bastante limitada la información derivada de la validación de tecnologías generados en otras latitudes, generándose vacíos cuando se trata de desarrollar paquetes tecnológicos adecuados a nuestras zonas productivas. Suplir estas falencias permitiría que el

cultivo del aguaymanto crezca de manera sostenida en áreas y rendimientos, garantizando rentabilidad a los productores y evitando posibles rechazos. En base a ello se realizó el presente trabajo de investigación, teniendo como objetivo el de evaluar el efecto de la aplicación de calcio-boro vía foliar en la incidencia del rajado de frutos y calidad de frutos del aguaymanto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en los centros poblados de Huandobamba, sector Molino (2280 msnm, 10°10'46" Latitud Sur y 76°10'48" Longitud Oeste) e Ichocán (2835 msnm, 10°10'35" Latitud Sur y 76°09'01" Longitud Oeste), los mismos que se encuentran ubicados en la microcuenca del río Arichaca, la cual a su vez se localiza en la sub cuenca del Huallaga, Políticamente, ambas localidades pertenecen al distrito y provincia de Ambo en la región Huánuco. De acuerdo a la clasificación de Holdridge, Molino se ubica en la zona de vida *Estepa Espinosa Montano Bajo Tropical* (ee-MBT), e Ichocán en un *Bosque Húmedo Montano Tropical* (bh-MT) (INRENA, 1995).

El suelo de Molino, fue de textura franco arcillo arenosa, pH ligeramente ácido (6.26), bajo nivel de conductividad eléctrica (0.11), sin presencia de carbonatos, bajo contenido de materia orgánica (1.67%), alto contenido de fósforo (42.7 ppm) y potasio (245 ppm), y una capacidad de intercambio catiónico (15.20), y el suelo mientras que el suelo Ichocán de textura franco arcillosa, pH fuertemente ácido (5.26), bajo nivel de conductividad eléctrica (0.10), sin carbonatos (igual que en Molino), un nivel medio de contenido de materia orgánica (3.08%), alto contenido de fósforo (23.2 ppm) y potasio (268 ppm), y una

capacidad de intercambio catiónico de 16 meq/100g de suelo.

Como material vegetal se utilizó semillas el aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) ecotipo "colombiano" el mismo que se recolectó de plantas que se cultivan en la zona, los cuales se germinaron en bandejas almacigueras de 25 celdas utilizando como sustrato la turba originado de musgo *Sphagnum* sp. (Kekkila ®), los plantines, estuvieron listos para el trasplante a los 70 días de la siembra, con 5 hojas verdaderas y una altura aproximada de 14 cm, como fuente de calcio-Boro se empleó el producto comercial Packhard®, que tiene una ley de 141.1 gr/Litro de CaO y 9.5 gr/Litro de B₂O₃.

Los tratamientos estudiados fueron: Dosis de aplicación (500 ppm y 1000 ppm de), Frecuencia de aplicación (cada 7 y 14 días) .En base a ello, se tuvo 5 tratamientos, el mismo que correspondió al factorial: 2X2+1, resultado de los niveles de cada uno de los factores en estudio además del testigo, la investigación se realizó bajo un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA), con experimentos repetidos (Calzada, 1970), para lo cual se instalaron parcelas experimentales en dos localidades, divididos en cuatro bloques, con 5 parcelas por bloque distribuidos de manera aleatoria, considerando para cada localidad una randomización propia, cada unidad experimental estuvo formada por 18 plantas, los cuales se plantaron a un distanciamiento de 2.2 x 1.5 metros, entre surcos y plantas de los cuales se consideró 4 plantas como unidad de muestreo.

El manejo agronómico se realizó de acuerdo a un paquete tecnológico de tecnología media desarrollado en Colombia, constituido a mediana densidad (3030 plantas/ha) y la conducción con el sistema de tutores. Las localidades en las cuales se instalaron las parcelas fueron

elegidas debido a que estas son zonas productoras de aguaymanto representativas en la provincia de Ambo. Los plantines fueron instalados en campo definitivo el 10 de abril del 2018, previa habilitación del terreno, para lo cual se realizó una aplicación de Fuego 480 (Herbicida a base de Glifosato con una concentración de 48% a una dosis de 1 litro de producto comercial/100 litros de agua) y luego se procedió a abrir los hoyos de 40x40x40 cm, a un distanciamiento de 2.2 x1.5 metros entre surcos y plantas respectivamente, incorporándose como abono de fondo (1 Kg de gallinaza como materia orgánica y 30 gr de fosfato di amónico por hoyo)

La fertilización se realizó de manera localizada (circular, alrededor de cada planta) con 3 aplicaciones de 50, 75 y 75 gr respectivamente de ENTEC® (12-8-16), las mismas que se realizaron el 11 de junio, 13 de agosto y 9 de octubre completándose un acumulado de 200 gramos del fertilizante por planta, el mismo que considerando la aplicación inicial de fosfato di amónico y gallinaza constituye una dosis por hectárea de 193-183-160 (considerando el aporte de la gallinaza de 34.7, 30.8 y 20.9 unidades de NPK por tonelada determinado por Castellanos y Pratt (1980)).

Las aplicaciones de calcio-boro vía foliar se iniciaron, el 10 de setiembre del 2018 (a 153 días de la siembra) hasta el 3 de diciembre del 2018, haciéndose un total de 13 aplicaciones a la frecuencia F_7 y 7 aplicaciones a la frecuencia F_{14} , estas se realizaron con la ayuda de pulverizadores manuales.

El sistema de riego fue por goteo utilizando goteros de 4 l/h, de acuerdo a los requerimientos hídricos del cultivo, el control de malezas se realizó con la ayuda de una motoguadaña, alrededor de la con

la ayuda de un azadón, esto de manera periódica (cada dos meses)

Se evaluaron los siguientes parámetros: **Número de frutos por planta**. Mediante el registro del número de frutos en cada cosecha, se realizó luego una sumatoria final, **Peso por fruto**. Para ello por cada tratamiento, se seleccionaron al azar 25 frutos/planta y se sacó un promedio, **Rendimiento**. Se determinó multiplicando el peso total de frutos hasta el último día de cosecha planta por el número total de plantas por hectárea, expresando los resultados en Kg/Ha, **Acidez y Sólidos Solubles Totales**. se determinaron mediante el Pocket Brix-Acidity Meter modelo PAL-BX/ACID1, ATAGO®, los datos de SST, fueron obtenidos de manera directa, mientras que, para el caso de la acidez, se siguió el protocolo indicado por el manual técnico del equipo (disolución en agua destilada de 1 gr. de jugo de fruto en 50 gr. De agua), previa calibración del equipo con el método de titulación, **Diámetro de frutos**. Se obtuvo del promedio de 10 frutos por planta sujeta a evaluación, esta, se realizó en la zona ecuatorial del fruto con la ayuda de un calibrador digital Libberman®, **Número de frutos rajados**. Se tomaron 4 muestras de 25 unidades por tratamiento, los cuales se pelaron para ver su estado, el resultado se expresó en porcentaje, **Firmeza**. Se evaluaron 10 frutos por tratamiento seleccionados al azar, todos en aparentemente el mismo estado de madurez, para ello se utilizó un penetrómetro digital modelo GY-4, con un diámetro de presión de 3.5 mm., **Contenido de materia seca de frutos**. Se tomaron 25 unidades por tratamiento, los cuales se deshidrataron por un periodo de 20 horas a 80°C con una deshidratadora a base de rayos infrarrojos, el contenido de materia seca se determinó considerando el peso inicial y el peso final y se expresó en

porcentaje. **Contenido de calcio a nivel de frutos**, se realizó en el laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM mediante el método de absorción atómica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Calidad interna.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las aplicaciones de calcio-boro a diferentes dosis y frecuencias vía foliar no tuvieron un efecto significativo sobre la acidez e índice de madurez del fruto de aguaymanto (prueba de Tukey al 5%) en ninguna de las dos localidades donde se condujo el experimento (tabla 1 y 2), encontrándose una interacción significativa entre las dosis y frecuencias aplicadas en la localidad de Molino sobre los SST, en la cual se observa que esta disminuye, conforme se incrementa la dosis y frecuencia de aplicación de calcio-boro vía foliar, coincidiendo esto con lo reportado por Amézquita *et al* (2011), quien reporta que aplicaciones de Calcio-Boro vía foliar en aguaymanto (bajo condiciones de invernadero), en

altas dosis disminuyeron los valores de SST pero incrementaron la acidez, igualmente Guzmán (2002), trabajando en mango encontró que aplicaciones de calcio en forma de poliquelato vía foliar a dosis de 5 y 10 ml/litro, disminuyeron el contenido de Sólidos Solubles Totales en la fruta hasta en un 54.8%; sin embargo algunos otros resultados en otras especies, como en cerezo por ejemplo (Looney, 1985), indican por el contrario un incremento de los sólidos solubles totales con altas dosis de calcio vía foliar

De manera general la aplicación de calcio-boro vía foliar en aguaymanto, hasta el momento no ha mostrado resultados consistentes en cuanto a la influencia de estos elementos sobre la calidad interna de los frutos reportándose en muchos casos, resultados contradictorios, por otro lado, los valores reportados en cuanto a calidad interna coincidieron con lo manifestado por Ramos y Matos (2015), Márquez *et al* (2008) y Herrera (2011),

Tabla 11: Respuesta de la aplicación de calcio boro vía foliar en los parámetro de calidad interna de frutos en Ichocán.

Tratamiento	SST (°Brix)	Acidez	Relación °Brix/Acidez
D ₅₀₀ F ₇	14.71 a ¹	1.94 a	7.86 a
D ₅₀₀ F ₁₄	16.05 a	2.07 a	7.81 a
D ₁₀₀₀ F ₇	15.33 a	2.04 a	7.78 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	14.37 a	1.99 a	7.42 a
Testigo	14.64 a	2.02 a	7.07 a
CV	5.57	11.00	9.49

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, P≤0.5)

Tabla 2: Efecto de la aplicación de calcio boro vía foliar en los parámetros de calidad interna de frutos en Molino.

Tratamiento	SST (°Brix)	Acidez	Relación °Brix/Acidez
D ₅₀₀ F ₇	15.06 a ¹	2.01 a	7.67 a
D ₅₀₀ F ₁₄	15.28 a	2.12 a	7.24 a
D ₁₀₀₀ F ₇	15.20 a	2.02 a	7.39 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	15.30 a	2.06 a	7.48 a
Testigo	15.48 a	2.01 a	7.57 a
CV	2.09	6.52	7.11

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

3.2. Rajado y firmeza de frutos.

Las cifras registradas para ambos parámetros se encuentran anotadas en las tablas 3 y 4. La incidencia del rajado de frutos estuvo entre el rango de 11.75 a 16.00 por ciento en Ichocán y de 9.00 a 14.75 por ciento en Molino, sin embargo, de acuerdo a la prueba de Tukey al cinco por ciento de probabilidad los tratamientos aplicados en ambas

localidades no tuvieron ningún efecto significativo sobre esta fisiopatía. En cuanto a la firmeza, los valores obtenidos, estuvieron en un rango de 0.44 a 0.48 Kg-f en Ichocán y de 0.42 a 0.45 Kg-f en el caso de Molino, no encontrándose diferencias significativas a nivel de promedios entre los tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey al cinco por ciento de probabilidad.

Tabla 3: Respuesta de la aplicación de calcio boro vía foliar en la firmeza de los frutos en Ichocán.

Tratamiento	% Rajados	Firmeza
D ₅₀₀ F ₇	13.00 a	0.44 a ¹
D ₅₀₀ F ₁₄	12.25 a	0.47 a
D ₁₀₀₀ F ₇	16.50 a	0.48 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	11.75 a	0.47 a
Testigo	15.30 a	0.47 a
CV	15.62	6.71

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

Tabla 4: Respuesta de la aplicación de calcio boro vía foliar en la firmeza de los frutos en Molino.

Tratamiento	% Rajados	Firmeza
D ₅₀₀ F ₇	12.50a	0.45 a ¹
D ₅₀₀ F ₁₄	12.75a	0.43 a
D ₁₀₀₀ F ₇	14.75a	0.42 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	9.00a	0.43 a
Testigo	9.00a	0.44 a
CV	20.56	6.26

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

Estos resultados, coinciden con lo reportado por Amézquita *et al* (2008) quienes indican que la aplicación de calcio y boro vía foliar, no tuvo efectos consistentes sobre la incidencia del rajado, pero por otro lado Álvarez (2012) y Comman (2005), al contrario determinaron que el rajado de frutos disminuyó de 38 a 27% y de 13 a 5.5% respectivamente con aplicaciones de calcio-boro. Así mismo, con respecto a la firmeza de los frutos los resultados que se obtuvieron, difieren con lo reportado en trabajos similares como es el caso de Amézquita *et al* (2008) quienes encontraron que la aplicación de calcio en concentraciones de 0.5 gr/litro vía foliar incrementó de manera significativa la firmeza de los frutos de *Physalis peruviana*, efecto beneficioso que también se ha determinado en otras especies, como arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) (Lobos *et al*, 2011) y mango (Guzmán, 2002).

3.3.—Número, peso, diámetro y contenido de materia seca de frutos de aguaymanto.

Los resultados obtenidos con respecto a estos parámetros se presentan en las tablas 5 y 6. Para el caso del parámetro peso de frutos, los valores estuvieron entre 5.21 a 5.89 gr. en Ichocán y entre 3.82 a 3.92 gr. en Molino, no encontrándose en ninguna de las dos localidades diferencia estadística significativa a nivel de promedios de acuerdo a la prueba de Tukey al cinco por ciento. En lo que corresponde al número de frutos por planta, los valores en Ichocán se ubicaron

dentro del rango 367.31 y 397.50 sin diferencias estadísticas a nivel de promedios entre ellos, mientras que en Molino este rango estuvo entre 677.63 y 795.44, y con diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, siendo el testigo quien mostró el menor número de frutos por planta. En esta última localidad se encontró también una interacción entre dosis y frecuencia de aplicación del fertilizante, la misma que se muestra en la figura 28, donde se observa que el número de frutos, disminuye conforme se incrementa la dosis de calcio – boro, los resultados reportados en Molino, se contraponen a lo reportado por Amézquita *et al* (2008) quienes bajo condiciones del departamento de Boyacá en Colombia, encontraron que las aplicaciones de calcio, tuvieron un efecto significativo en el incremento de número de frutos por planta de *Physalis peruviana*, al no replicarse el resultado obtenido de Molino en Ichocán, consideramos que el resultado obtenido en el presente trabajo debe considerarse como un resultado de validez parcial, siendo necesario, hacer más repeticiones para validar o descartar este resultado. Con respecto al diámetro de frutos, se registraron valores entre 22.54 mm y 23.03mm en Ichocán y entre 19.65mm y 20.57 en Molino, en ambos lugares no se encontraron diferencias estadísticas a nivel de promedio. En el caso de la materia seca, los porcentajes variaron dentro del rango de 19.75 a 20.94 por ciento en Ichocán y de 18.93 a 20.59 por ciento en Molino, con diferencias significativas en ambas localidades. La falta de respuesta a la aplicación de calcio-boro en los parámetros de diámetro y peso seco de frutos, concuerda con lo reportado por otros autores, como es el caso de Lobos *et al* (2011), quienes trabajando en arándano alto reportan resultados similares con aplicaciones foliares.

Tabla 5: Respuesta de la aplicación de calcio boro vía foliar en los parámetros de número, peso, diámetro y contenido de materia seca en frutos de aguaymanto de Ichocán.

Tratamiento	Número de Frutos	Peso de Frutos (gr.)	Diámetro (mm)	Materia seca (%)
D ₅₀₀ F ₇	385.83 a	5.89 a ¹	22.84 a	19.88 a
D ₅₀₀ F ₁₄	367.31 a	5.62 a	22.68 a	19.75 a
D ₁₀₀₀ F ₇	394.4 a	6.04 a	23.03 a	20.32 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	377.50 a	6.21 a	22.55 a	20.14 a
Testigo	397.50 a	5.61 a	22.54 a	20.94 a
CV	5.20	9.95	3.04	

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

Tabla 6: respuesta de la aplicación de calcio - boro vía foliar los parámetros de número, peso, diámetro y contenido de materia seca en frutos de aguaymanto de Molino.

Tratamiento	Número de Frutos	Peso de Frutos (gr.)	Diámetro (mm)	Materia seca (%)
D ₅₀₀ F ₇	679.33 ab	3.82 a ¹	19.71 a	20.21 a
D ₅₀₀ F ₁₄	795.44 a	3.86 a	19.65 a	20.01 a
D ₁₀₀₀ F ₇	721.10 ab	3.85 a	20.57 a	20.7 a
D ₁₀₀₀ F ₁₄	704.25 ab	3.92 a	19.91 a	18.93 a
Testigo	677.63 b	3.87 a	20.14 a	20.59 a
CV	7.23	3.52	11.60	

1. Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

3.4. Contenido de calcio en frutos.

El contenido de calcio a nivel de frutos el cual se presenta en la tabla 7, estuvo dentro del rango de 0.063 a 0.073 por ciento en la localidad de Ichocán y entre 0.080 y 0.098 por ciento en la localidad de Molino, no mostrando diferencias estadísticas a nivel de promedios en ambas

localidades según la prueba de Tukey al cinco por ciento de probabilidad, resultados que indicarían que las aplicaciones foliares de calcio, no tendrían un efecto directo en la concentración de calcio a nivel de frutos en *Physalis peruviana*.

Tabla 7: Respuesta de la aplicación de calcio boro vía foliar en el contenido de calcio a nivel de frutos en Ichocán.

Tratamiento	Calcio en Frutos (%)	
	Ichocán	Molino
T1	0.063 a ¹	0.098 a
T2	0.073 a	0.085 a
T3	0.065 a	0.088 a
T4	0.068 a	0.083 a
T5	0.070 a	0.080 a
CV (%)	14.50	18.13

Valores con la misma letra dentro de la misma columna, son estadísticamente iguales. (Tukey, $P \leq 0.5$)

CONCLUSIONES

- Aspectos de calidad de los frutos como el contenido de calcio también resultó más elevado en Molino, mientras que otros como sólidos solubles totales, acidez, relación brix/acidez, y contenido de materia seca fueron similares en ambas localidades. En las condiciones más frías de Ichocán se obtuvo frutos con mayor firmeza y con menor incidencia del “rajado de frutos”.
- En cuanto a la influencia de la aplicación de calcio-boro en la calidad de los frutos, en ninguna localidad registró efecto sobre variables como acidez titulable, índice de madurez, disminución del rajado, firmeza, peso, diámetro, materia seca y concentración de calcio a nivel de frutos. Otros indicadores mostraron respuestas diferentes en cada localidad, es el caso de sólidos solubles totales y número de frutos que en Ichocán no se alteraron mientras que en Molino presentaron una interacción negativa con dosis y frecuencia de aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aloni, B., Karni, L., Moreshe, t S., Yao, C., & Stanghellini, C. (1999) Cuticular cracking in bell pepper fruit: II. Effects of fruit water relations and fruit expansión. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74(1), 1-5. doi: 10.1080/14620316.1999.11511062
- Alvarez, J., Balaguera, H. and Fischer, G. (2012). Effect of irrigation and nutrition with calcium on fruit cracking of the cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in the three strata of the plant. *Acta Hortic.* (928), 163-170. doi: 10.17660/ActaHortic.2012.928.19
- Amézquita, N., Balaguera, H. & Álvarez, J. (2011). Efecto de la aplicación precosecha de giberelinas y calcio en la producción, calidad y rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Colombiana De Ciencias Hortícolas*, 2(2), 133-144. doi:[10.17584/rcch.2008v2i2.1182](https://doi.org/10.17584/rcch.2008v2i2.1182)
- Angulo, R. (2005). Crecimiento, desarrollo y producción de la uchuva en condiciones invernadero y campo abierto. En: Fischer, G., D. Miranda, W. Piedrahita y J. Romero (eds.). *Avances en Cultivo, Poscosecha y Exportacion de la Uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia* (pp. 111-129). Bogotá, Colombia, Unibiblos.
- Brown, G., Kitchener, A., Glasson, W., Y Barnes S. (1996). The effects of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. *Scientia Horticulturae* (67), 219-227. doi.org/10.1016/S0304-4238(96)00937-5
- Callan, N.W. (1986). Calcium hydroxide reduces splitting of Lambert sweet cherry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(2), 173-175. Doi: 10.1016/S0304-4238(96)00937-5
- Castellanos, J. y Pratt, P. (1981). Mineralization of manure nitrogen correlation with laboratory indexes. *Soil Science of American Journal* 45:354-357. DOI:10.2136/sssaj1981.03615995004500020025x
- Cooman, A., Torres, C., y Fischer, G. (2005). Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta. II. Efecto de la oferta de calcio, boro y cobre. *Agronomía Colombiana* 23(1), 74-82. Recuperado de

- <https://conectarural.org/sitio/material/determinaci%C3%B3n-de-las-causas-del-rajado-del-fruto-de-uchuva-physalis-peruviana>.
- Drake, S., Proebsting, E. (1985). Effects of calcium, daminozide, and fruit maturity on canned, Bing, sweet cherry quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 110(2), 162-165.
- Facteau, T. (1982). Relationship of soluble solids, alcohol-insoluble solids, fruit calcium, and pectin levels to firmness and surface pitting in «Lambert», and «Bing», sweet cherry fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107(1), 151-154. Recuperado de <https://eurekamag.com/research/006/301/006301288.php>
- Fischer, G. (2005). El problema del rajado del fruto de la uchuva y su posible control. En: Fischer, G.; D. Miranda; W. Piedrahita y J. Romero (eds.). Avances en el cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en Colombia. (pp. 55-82). Bogotá, Colombia, Unibiblos.
- Guzmán, E. (2002) . Evaluation of calcium foliar sprinkling on the consistency of the cv. Kent mango fruit. In : *7th International Mango Symposium* . Recife, Pernambuco State, Brazil. p . 163.
- Gordillo, O., Fischer G. y Guerrero R (2004). Efecto del riego y de la fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en la zona de Silvana (Cundinamarca). *Agronomía Colombiana* 22(1), 53-62. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823008.pdf>
- Instituto nacional de Recursos Naturales (1995). Mapa Ecológico del Perú: guía explicativa, recuperado de <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Maps/INRENA-mapa-ecologico.pdf>
- Lane, W., Meheriuk, M., y McKenzie, D. (2000). Fruit cracking of a susceptible, an intermediate, and a resistant sweet cherry cultivar. *HortScience.* 31(2): 239-242. Recuperado de <http://hortsci.ashspublications.org/content/35/2/239>.
- Legg, A.P. (1974). Notes on the History, Cultivation and Uses of *Physalis peruviana* L. *Journal of the Royal Horticultural Society* 99(7) 319-314.
- Lobos, T., Pinilla, H., y Lobos, W. (2011). Efecto de aplicaciones de calcio en la calidad de la fruta de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Elliot. *Idesia.* 29(3), 59-64. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000300009>
- Looney, N. (1985). Benefits of calcium sprays below expectations in BC tests. *Goodfruit Grower* 36 (10),7-8.
- Matos, A. y Ramos, M. (2015), Influencia de la zona de procedencia en las características fisicoquímicas y sensoriales del aguaymanto (*Physalis peruviana*) por estados de madurez. *Revista Investigación Valdizana.* 10 (1), 25-39.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (2018), Estadísticas del Mercado Mayorista recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/reporte-mercado-mayorista-de-frutas-n-2/fruta-2018>.
- Moing, A., Renaud, C., Christmann H., Fouilhaux, L., Tauzien, Y., Zanetto, A., Gaudillère, M., Laigret, F., y Claverie, J. (2004). Is there a relation between changes in osmolarity of cherry fruit flesh or skin and fruit cracking susceptibility? *Journal of the American Society for*

- Horticultural Science* 129(5), 635-641. DOI: 10.21273/JASHS.129.5.0635
- Opara, L.U. y Tadesse, T (2000). Calyx-end splitting and physico-chemical properties of 'Pacific Rose'TM apple as affected by orchard management factors. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 75(5), 581-585.
- Peet, M. (1992). Radial fruit cracking in tomato. (2), 216-223. doi: [10.21273/HORTTECH.2.2.216](https://doi.org/10.21273/HORTTECH.2.2.216)
- Sekse, L. (1995). Cuticular fracturing in fruits of sweet cherry (*Prunus avium* L.) resulting from changing soil water contents, *Journal of Horticultural Science*, 70(4), 631-635, doi: 10.1080/14620316.1995.11515336
- Shear, C. (1975). Calcium-related disorders of fruit and vegetables. *HortScience* 10, 316-365.
- Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior, 2018, Reporte por producto, recuperado en: [//www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector = 1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=331080](http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=331080)
- Torres, C., Cooman, A. y Fischer, G. (2004). Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta: I. Efecto de la variación en el balance hídrico. *Agronomía Colombiana* 22(2), 140-146. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180316951007.pdf>
- Valencia, M. (1985). Anatomía del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Acta Biológica Colombiana* 1(2), 63-89. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/20756/42660>
- Yamamoto, T., Satoh, H., Watanabe, S. (1992). The effects of calcium and naphthaleneacetic acid sprays on cracking index and natural rain cracking in sweet cherry fruits. *Journal of the Japanese Soc. For Hort. Sci.* 61(3), 507-511 DOI: <https://doi.org/10.2503/jjshs.6>