



CONCENTRACIÓN DE K^+ , Ca^{2+} Y NH_4^+ EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FRUTO Y BROTE VEGETATIVA DE CUATRO CULTIVARES DE FRESA †

[CONCENTRATION OF K^+ , Ca^{2+} AND NH_4^+ ON YIELD, FRUIT QUALITY AND VEGETATIVE SPROUTING OF FOUR CULTIVARS OF STRAWBERRY]

Luis Alfredo Escorcia-Luna¹, Rubén Bugarín-Montoya^{1*}, Gregorio Luna-Esquivel¹, Gelacio Alejo-Santiago¹, Cecilia Rocío Juárez Rosete¹, Guillermo Calderón-Zavala² and Prometeo Sánchez-García²

¹Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Tepic-Compostela, Km 9. C.P. 63789. Xalisco, Nayarit, México. Email: drbugarin@hotmail.com, tel.: +52 3111266275; ORCID 0000-0002-2652-0368).

²Colegio de Posgraduados. Carretera México-Texcoco, Km 36.5. C.P. 56230. Montecillo, Estado de México, México.

*Corresponding author

SUMMARY

Background. The yield and the quality of the fruits in strawberry, it's depending of the genotype, the environmental conditions and the nutritional state of the crop. The composition of the nutrient solution is decisive in the vegetative development, yield and quality of fruits in strawberry. **Objective.** To evaluate the effect of nutrient solutions with different concentrations of K^+ , Ca^{2+} and presence or not of NH_4^+ in the vegetative growth, production and quality of fruit from four strawberry cultivars: Festival, Monterey, Zamorana and CP-LE-07. **Methodology.** A hydroponic system was used in plastic containers with red basaltic volcanic rock. Steiner's nutrient solution (1961) was supplied by changing the concentrations (in meq L^{-1}) of potassium 1.75 and 5.25, calcium 2.25, 4.5 and 6.75, and ammonium 1.5. In the vegetative-flowering stage, the number of leaves, stolons and small plants was quantified in the flowering fruiting stage, the production of fruit per plant was determined. Fruit quality was evaluated by fresh weight, diameter and length of fruits, firmness, color, total soluble solids, titrable acidity, pH and the ° Brix /Titrable acidity ratio. **Results.** In the variables of vegetative sprouting, there were highly significant differences in the two study factors: nutrient solution and cultivars. There was an interactive effect between both study factors. Production per plant showed no differences in the nutrient solution factor. In the post-harvest quality of the fruit there were highly significant differences for ° Brix, firmness and the relationship ° Brix/Titrable acidity in the nutrient solution factor. **Implications.** The composition of the nutrient solution should be adjusted according to cultivar to promote vegetative and generative growth and fruit quality. **Conclusions.** The addition of NH_4^+ only increased the vegetative growth in the Monterey cultivar and the different concentrations of K^+ and Ca^{2+} in the nutrient solution had not effect on the vegetative-flowering stage. The concentration of 5.25 meq L^{-1} of K^+ in the nutrient solution increased the weight, length and firmness of the fruit. The increase from 2.25 to 6.75 meq L^{-1} of Ca^{2+} negatively affected the post-harvest quality of the fruit. In most of the variables studied, strawberry cultivars had an interactive response with nutrient solutions. **Keywords:** Nutrient solution; strawberry cultivars; postharvest quality.

RESUMEN

Antecedentes. El rendimiento y calidad de frutos en fresa, depende del genotipo, condiciones ambientales y del estado nutricional del cultivo. La composición de la solución nutritiva es determinante en el desarrollo vegetativo, rendimiento y calidad de frutos en fresa. **Objetivo.** Evaluar el efecto de soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de K^+ , Ca^{2+} y presencia o no de NH_4^+ en el crecimiento vegetativo, producción y calidad del fruto de cuatro cultivares de fresa: Festival, Monterey, Zamorana y CP-LE-07. **Metodología.** Se empleó un sistema hidropónico en contenedores de plástico con roca volcánica basáltica roja. Se suministró la solución nutritiva de Steiner (1961) modificando las concentraciones (en meq L^{-1}) de potasio 1.75 y 5.25, calcio 2.25, 4.5 y 6.75, y amonio 1.5. En la etapa vegetativa-floración se cuantificó el número de hojas, estolones e hijuelos. En la etapa floración-fructificación se determinó la producción de fruto por planta. La calidad de frutos se evaluó mediante el peso fresco, diámetro y longitud de fruto, firmeza, color, sólidos solubles totales, acidez titulable, pH y la relación °Brix/Acidez titulable. En las variables de brotación vegetativa, hubo diferencias altamente significativas en los dos factores de

† Submitted July 7, 2019 – Accepted February 5, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

estudio: solución nutritiva y cultivares. Existió un efecto interactivo entre ambos factores. La producción por planta no mostró diferencias en el factor solución nutritiva. En la calidad postcosecha del fruto hubo diferencias altamente significativas para °Brix, firmeza y la relación °Brix/Acidez titulable en el factor solución nutritiva. **Implicaciones.** Los resultados demostraron que la composición de la solución nutritiva debe ajustarse de acuerdo al cultivar para promover el crecimiento vegetativo, generativo y calidad de fruto. **Conclusiones.** La adición de NH_4^+ solo incrementó el crecimiento vegetativo en la variedad Monterey y las diferentes concentraciones de K^+ y Ca^{2+} en la solución nutritiva no tuvieron efecto en la etapa vegetativa-floración. La concentración de 5.25 meq L^{-1} de K^+ en la solución nutritiva incrementó el peso, longitud y firmeza del fruto. El incremento de 2.25 a 6.75 meq L^{-1} de Ca^{2+} afectó negativamente la calidad postcosecha del fruto. En la mayoría de las variables estudiadas, los cultivares de fresa tuvieron una respuesta interactiva con las soluciones nutritivas.

Palabras clave: Solución nutritiva; cultivares de fresa; calidad postcosecha.

INTRODUCCIÓN

El éxito del cultivo comercial de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) depende principalmente de la calidad del fruto y producción por planta, los cuales tienen una relación estrecha con el genotipo, condiciones ambientales y el estado nutrimental del cultivo (Taghavi y Folta, 2014). La calidad de frutos de fresas está condicionada por el cultivar, pero es posible mejorarla con un manejo nutrimental adecuado (Nestby *et al.*, 2005 y Caruso *et al.*, 2011). Existen reportes en los que el empleo de dosis crecientes de N (Cantliffe *et al.*, 2007) y Ca (Correia *et al.*, 2011) no influyeron en la calidad de fresa. Sin embargo, otras investigaciones indican que un adecuado suministro de K y Ca en la solución nutritiva (SN) durante la etapa reproductiva, tuvieron un efecto positivo en la calidad de fresa (Nestby *et al.*, 2005; Arshad *et al.* 2015). De la Cruz (2012) reportaron que la aplicación de K, Ca y Si, en fresa cv. Jacona y cv. Festival, promovió una mayor producción, sus frutos obtuvieron mayor acidez titulable, elevado contenido de antocianinas, alta concentración de azúcares solubles totales y una mayor calidad sensorial en frutos. Por su parte, Andriolo *et al.* (2009) mencionaron que el aumento de la concentración de K de 4.28 a 9 meq L^{-1} en la SN, disminuyó el crecimiento, producción y calidad organoléptica de los frutos de fresa. Nestby *et al.* (2005) reportaron que la aplicación de K no tuvo efecto en el pH del fruto, firmeza y concentración de sólidos solubles totales. Para lograr que los cultivos expresen su máximo potencial de rendimiento y calidad en sistemas hidropónicos, es necesario que exista un adecuado balance de concentraciones de cada nutriente en la SN (Ashraf y Foolad, 2007). En este sentido, resulta importante encontrar el equilibrio en la concentración de los iones K^+ , Ca^{2+} y NH_4^+ en la SN que permita obtener la mayor calidad posible de frutos de fresa y una mayor producción por planta en sistemas hidropónicos. El objetivo de este estudio fue evaluar diferentes soluciones nutritivas con diferentes concentraciones de K^+ , Ca^{2+} y NH_4^+ , en el crecimiento vegetativo, producción y calidad de fruto de cuatro genotipos de fresa en cultivo hidropónico en sustrato de roca volcánica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de agosto de 2016 a junio de 2017 en un invernadero cubierto con polietileno blanco translúcido, calibre 720, con aditivo UV y porcentaje de sombra 35%, sin control climático, ubicado en las instalaciones de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, a los $21^\circ 26' \text{ LN}$ y a $104^\circ 55' \text{ LO}$ del meridiano de Greenwich, a una altitud de 984 msnm. Los cultivares de fresa que se evaluaron fueron: 'Festival', 'Monterey', 'Zamorana' y 'CP-LE-07'. Las plantas de fresa se cultivaron en escoria volcánica basáltica, conocido comúnmente en México como tezontle rojo, con una granulometría de 3 a 10 mm, en bolsas de polietileno bicapa, color blanco por fuera y negro en su interior, calibre 800 con aditivo UV y capacidad de 15 L. La distribución de las bolsas de cultivo fue en espaciamiento de 30 cm entre planta y 160 cm entre hilera. El sistema de riego estuvo conformado por seis contenedores de plástico con 450 L de capacidad, conectados a una bomba de $\frac{1}{2}$ HP. Se utilizó riego por goteo tipo araña con emisores de 8 L h^{-1} y líneas regantes de 127 mm de diámetro, de los cuales se derivaron cuatro goteros de 2 L h^{-1} , y se colocaron dos goteros por contenedor hidropónico, fijados con estacas de plástico para distribuir las soluciones nutritivas en cada tratamiento. Se aplicó la SN de Steiner (1961) modificada en la relación de cationes y aniones (Tabla 1). La conductividad eléctrica se ajustó a $1 \pm 0.12 \text{ dS m}^{-1}$ y una presión osmótica de $0.36 \text{ atm} \pm 0.04$. El pH de la SN se mantuvo en un intervalo de 5.5 a 6.5. Se usó agua proveniente de pozo profundo con una conductividad eléctrica (CE) de 0.21 dS m^{-1} y pH de 7.1. La relación de absorción de sodio (R.A.S), carbonato de sodio residual (C.S.R) y grados hidrotimétricos franceses corresponden a un agua de riego de buena calidad. De acuerdo a las Normas Riverside se clasifica como C₁S₁, y el índice L. V. Wilcox la ubica como agua de calidad excelente a buena y apta para el riego. Como fuentes de nutrientes, se utilizaron fertilizantes solubles: nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), nitrato de potasio (KNO_3), fosfato monopotásico (KH_2PO_4), sulfato de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), sulfato de potasio (K_2SO_4) y

ácido sulfúrico (H_2SO_4). Como fuente de micronutrientes se utilizó la mezcla comercial Kelatex-Multi® a la concentración de 40 g m^{-3} . El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 6×4 , el Factor 1 correspondió a soluciones nutritivas (Tabla 1) y el Factor 2 correspondió a cuatro cultivares de fresa (Festival, Monterey, Zamorana y CP-LE-07). La combinación de los factores dio un total de 24 tratamientos y se emplearon siete repeticiones de cada uno, dando un total de 168 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió de una planta. El establecimiento del experimento se realizó el día 30 de agosto de 2016. El trasplante se efectuó a raíz desnuda y se aplicó agua acidulada a pH de 5.5 los primeros siete días; enseguida se suministró a todos los cultivares la SN1 con una proporción $25(NH_4^+):75(NO_3^-)$ durante 60 días para homogenizar la brotación vegetativa. A los 61 días después del trasplante (ddt) se inició la aplicación de las otras SN durante 240 días en el periodo de floración-fructificación.

VARIABLES EVALUADAS

Se evaluó el número de hojas (Ho), número de estolones (Ne), número de hijuelos (Nh) y se cuantificó la producción por planta (g planta^{-1}). El número de hojas, estolones e hijuelos se contabilizó cada 20 días después del trasplante. La producción de fruto se consideró como la suma total del peso de las cosechas parciales de cada unidad experimental la cual se expresó en g planta^{-1} .

La calidad postcosecha del fruto se evaluó en 14 frutos por tratamiento, considerando el peso fresco (Pf), diámetro (Df) y longitud (Lf) de fruto; mientras que el

color, firmeza, sólidos solubles totales (SST), Acidez titulable (AT), pH y la relación $^{\circ}\text{Brix}/\text{Acidez titulable}$, se determinaron en 21 frutos por tratamiento. El color se determinó con los índices CIE $L^*a^*b^*$, en donde L^* = luminosidad, a^* = espectros rojo - verde y b^* = amarillo - azul. Los resultados se expresaron en ángulo de tono (Hue) que se calculó con la fórmula $\text{Hue} = \text{tangente } b/a$ y el índice de saturación (cromaticidad) con la ecuación: $\text{croma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ (Mc Guire, 1992). La firmeza se determinó por la punción en dos lados polares de cada fruto con un texturómetro digital Wagner modelo FDV-30, con un puntal plano de 8 mm y los valores se reportaron en Newtons (N). Los sólidos solubles totales (SST) se obtuvieron de un extracto de los frutos y se evaluaron con un refractómetro HunterLab ATAGO U.S.A., Inc. PR-101a (Brix $0 \sim 45\%$), los resultados se expresaron en $^{\circ}\text{Brix}$. El pH se determinó con un potenciómetro HANNA Hi98107 rango 0.0 a 14.0, resolución 0.1, precisión a $20^{\circ} \text{C} \pm 0.1 \text{ pH}$. La acidez titulable (AT) se evaluó empleando el método de la AOAC (2005) mediante la titulación volumétrica de hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N) y fenolftaleína al 1% como indicador.

El peso fresco de fruto se determinó en una balanza digital con capacidad de 300 a 3000 g, el diámetro y longitud se midió con un vernier digital de rango entre 0 a 150 mm, con una precisión de 0.02 mm y una resolución de 0.01 mm. Los datos obtenidos de las variables de cada tratamientos, fueron procesados mediante el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 2009). Para el análisis de varianza, se empleó un nivel de significancia de $\alpha \leq 0.05$. La comparación de medias se realizó mediante una prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Tabla 1. Composición química de las soluciones nutritivas empleadas en el cultivo hidropónico de cuatro cultivares de fresa.

Solución nutritiva (SN)	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	NO_3^-	$H_2PO_4^-$	SO_4^{2-}	NH_4^+	*PO (Atm)	**CE ($dS \text{ m}^{-1}$)
----- meq L^{-1} -----									
1	2.75	3.82	1.51	4.5	0.69	4.81	1.5	0.35	0.97
2	1.75	4.5	2	6	0.50	3.5	0	0.32	0.88
3	5.25	4.5	2	6	0.50	3.5	0	0.40	1.12
4	3.5	2.25	2	6	0.50	3.5	0	0.33	0.93
5	3.5	4.5	2	6	0.50	3.5	0	0.36	1.0
6	3.5	6.75	2	6	0.50	3.5	0	0.39	1.08

*PO = presión osmótica, **CE = conductividad eléctrica

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interacción cultivar * solución nutritiva fue significativa ($P \leq 0.05$). Existieron diferencias significativas en la mayoría de las variables con excepción de número de estolones y pH de fruto, para el caso de esta interacción (Tabla 2).

Crecimiento vegetativo y producción de fruto

El cultivar Monterey mostró un mayor crecimiento vegetativo al registrar el mayor número de hojas y número de hijuelos con la SN $25\text{NH}_4^+ : 75\text{NO}_3^-$, en tanto el cultivar CP-LE-07 registró el menor crecimiento vegetativo para estas variables en la misma solución, pero produjo mayor cantidad de estolones. El mayor peso de fruto se obtuvo en los cultivares Monterey, CP-LE-07 y Zamorana sin diferencias entre SN. El peso fresco disminuyó significativamente en 'Zamorana' con la SN4 (2.25 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$) y SN5 (4.5 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$). En 'Festival' se registró el menor peso de fruto en las seis SN que se utilizaron. En cuanto a longitud y diámetro de fruto, las cuales son características ligadas directamente con la presentación comercial del producto, sobresalieron 'Monterey' y 'CP-LE-07'. En estos dos cultivares el diámetro de fruto no fue afectado por ninguna de las SN utilizadas, mientras que la longitud de fruto sí se afectó por la SN; en 'Monterey' se redujo con la SN5 (4.5 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$) y SN6 (6.75 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$), y en 'CP-LE-07' se redujo con la SN4 (2.25 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$). El

rendimiento más alto se obtuvo con el cultivar Zamorana y la SN5 (4.5 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$), la cual superó hasta en 358 % a Festival, 336 % a CP-LE-07 y 131 % a Monterey. La SN que afectó el rendimiento en Monterey fue la SN4 (2.25 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$), en CP y Festival solo la SN2 (1.75 meq de $\text{K}^+ \text{L}^{-1}$) incrementó el rendimiento. En Zamorana la SN1 ($25\text{NH}_4^+ : 75\text{NO}_3^-$), SN3 (5.25 meq de $\text{K}^+ \text{L}^{-1}$) y SN4 (2.25 meq de $\text{Ca}^{2+} \text{L}^{-1}$), redujeron significativamente el rendimiento (Tabla 3). Por su parte, Yoon *et al.* (2009) refieren que en el tratamiento sin NH_4^+ en la solución nutritiva, las plantas de fresa tuvieron menor crecimiento vegetativo y rendimiento de fruto. Indicaron además que el tratamiento con una proporción de 20% de NH_4^+ , promovió un incremento de 15% en el rendimiento de fruto con respecto al tratamiento donde se adicionó solo NO_3^- .

El efecto diferencial que se registró en los cultivares en cuanto al crecimiento vegetativo confirma lo reportado por otros autores, acerca de la diferencia entre materiales de la misma especie con respecto a la afinidad por la absorción de nitrógeno en forma nítrica o amoniacal (Chen *et al.*, 2015). Tabatabaei *et al.* (2008) reportaron que la relación $25(\text{NH}_4^+) : 75(\text{NO}_3^-)$ incrementó el peso fresco de fruto por planta de fresa cv Camarosa y por consiguiente el rendimiento total; sin embargo, este efecto no es igual en todos los cultivares.

Tabla 2. Cuadrados medios, nivel de significancia, medias y coeficientes de variación, para las variables de crecimiento, producción y calidad de fruto de variedades de fresa en soluciones hidropónicas.

Variable	Varietades (Var)	Solución nutritiva (SN)	Inter (Var x SN)	Media	CV.
Ho	176.39**	36.82**	10.80**	9.50	38.89
Ne	27.91**	2.75**	8.51 ^{ns}	3.17	60.62
Nh	2102.7**	272.8**	130.90**	14.36	23.48
Ren (g)	4700201**	1237015 ^{ns}	192177.6*	1641.61	59.93
Pf (g)	462.07**	25.46*	20.69**	16.10	18.15
Df (mm)	200.20**	13.98*	13.81**	30.10	8.47
Lf (mm)	738.24**	29.36*	51.51**	38.59	8.55
L	0.007**	0.0008 ^{ns}	0.0007**	0.14	6.92
Hu	252.13**	57.71**	30.38**	34.19	15.93
Cr	422.67**	346.60**	78.06*	49.66	11.60
Firmeza	0.35**	0.09**	0.022**	3.13	18.57
°Brix	0.07**	0.01**	0.01**	0.47	9.97
pH	2.73**	2.20*	1.73 ^{ns}	7.17	6.27
AT	20.67**	35.54**	23.93**	6.45	11.25
°Brix/AT	422.67**	342.60**	78.06**	49.66	11.54

**=Diferencia estadística altamente significativa; *=Diferencia estadística significativa; ^{ns}=Sin diferencia estadística; Ho=Número de hojas; Ne=número de estolones; Nh=número de hijuelos; Ren=rendimiento por planta; Pf=Peso de fruto; Df=Diámetro de fruto; Lf=longitud de fruto; L=Luminosidad; Hu=Ángulo de tono; Cr=Cromaticidad; °Brix=sólidos solubles totales; AT=acidez titulable; °Brix/AT=relación sólidos solubles totales y acidez titulable; CV.= Coeficiente de variación.

En relación a la nutrición potásica, los resultados de la presente investigación coinciden con los resultados obtenidos por Fuad *et al.* (2017), quienes mencionaron que al modificar concentraciones de 810g 100L⁻¹ de KNO₃ no ejerció efecto en el peso de fruto.

De acuerdo con los estándares de clasificación de calidad de fruta de los Estados Unidos, no se especifican requisitos de tamaño en estas normas debido a las diferencias que existen entre los materiales genéticos. Sin embargo, el tamaño puede especificarse en términos de diámetro ecuatorial mínimo de 1.6 cm a mayores de 3.2 cm (USDA, 2016). La comisión de la comunidad europea en su reglamento (CE) No. 843/2002, establecen criterios de calidad para la comercialización de frutos de fresa, los cuales incluyen disposiciones relativas con el calibre mínimo de 25 mm de diámetro para la categoría extra y 18 mm para la categoría I y II, pero tampoco hay especificaciones de calidad de acuerdo con el cultivar. En estudios realizados por Duralija *et al.* (2014) los frutos más pesados fueron de 19.6 g, diámetro y longitud de 28.5 y 44.6 mm respectivamente, en la variedad Monterey en fibra de coco como sustrato y con sistema hidropónico cerrado, estos son similares a los que se obtuvieron en este estudio 19.87g, 44.58mm

y 31.55mm de peso, diámetro y longitud respectivamente obtenidos en dicha variedad.

Calidad postcosecha del fruto

El cultivar que presentó el menor valor de firmeza fue 'Monterey' con 2.00 N con la SN1 (25NH₄⁺:75NO₃⁻); mientras que la mayor firmeza se logró en la variedad Zamorana con la SN2 (1.75 meq de K⁺ L⁻¹). En 'Festival' no se afectó la firmeza por efecto de las SN, mientras que en los otros tres cultivares sí hubo efecto de la SN, en estos materiales la SN que reduce significativamente la firmeza es la SN1 (25NH₄⁺:75NO₃⁻). La SN5 (4.5 meq de Ca²⁺ L⁻¹) presentó el menor valor para Hue y Cr. 'Festival' y 'Zamorana' presentaron los mayores valores para L* y Festival para Hue. La variedad CP presentó los valores más bajos en las tres variables. En lo referente a las variables de cromaticidad (Cr) el cultivar Monterey, Festival y Zamorana, no fueron afectadas por las SN, en cambio en la variedad CP se redujo la Cr con la utilización de SN5 (4.5 meq de Ca²⁺ L⁻¹) y en el ángulo de tono (Hue), las variedades Monterey, CP y Zamorana, no les afectó las SN que se utilizaron, pero en Festival sí se incrementó la coloración roja con la SN6 (6.75 meq de Ca²⁺ L⁻¹).

Tabla 3. Efecto de interacción entre variedades de fresa y solución nutritiva en crecimiento y producción, en condiciones de invernadero.

Variedad	Solución nutritiva	Ho	Ne	Nh	Pf (g)	Lf (mm)	Df (mm)	Rend (gplant ⁻¹)
Monterey	SN1	318 a	19.714 abc	13.571 a	17.416 abcd	44.291 ab	30.11abcd	1977.6 ab
Monterey	SN2	126 bc	19.143 bc	11 abc	18.526 abc	42.155 abc	32.422 a	2057.6 ab
Monterey	SN3	207.43 abc	16.286 bc	13.143 ab	19.876 a	44.588 a	31.555 abc	2163.5 ab
Monterey	SN4	160.29 bc	13.286 bc	9.571 abcd	17.227 abcd	40.731 abcde	31.84 abc	1313.1 b
Monterey	SN5	235.14 ab	21.857 abc	12.857 ab	16.803 abcd	38.046 defghi	31.242 abc	2176.9 ab
Monterey	SN6	162 bc	21.429 abc	13.143 ab	19.869 a	39.784 cdefg	32.19 ab	2246.5 ab
Festival	SN1	118.43 bc	10.143 c	10 abcd	12.042 fg	35.4 ghij	27.375 de	1334.3 b
Festival	SN2	133.43 bc	11 bc	8.429 cde	13.594 efg	36.926 defghij	28.43 cde	1687.1 ab
Festival	SN3	156.14 bc	10.571 bc	10.286 abcd	13.741 efg	37.834 defghij	28.709 cde	1204.2 b
Festival	SN4	135.57 bc	6.857 c	10.857 abc	14.581 cdef	38.687 defghi	28.94 abcd	1431.3 b
Festival	SN5	162.57 bc	9.571 c	8.429 cde	13.961 efg	37.443 defghi	28.872 bcd	1000.3 b
Festival	SN6	171 bc	6.571 c	10 abcd	10.206 g	32.809 j	25.265 e	1015.2 b
CP-LE-07	SN1	97.71 c	36.571 a	6.286 de	16.968 abcde	40.454 abcdef	29.66 abcd	1467 b
CP-LE-07	SN2	94.43 c	27.429 ab	4.143 e	18.632 abc	41.091 abcde	31.17 abc	1698.8 ab
CP-LE-07	SN3	117.71 bc	22.286 abc	7.714 cde	18.709 ab	41.258 abcd	31.48 abc	1569 b
CP-LE-07	SN4	116.57 bc	17 bc	8.143 cde	15.84 abcdef	39.054 defgh	28.75 bcde	1319.9 b
CP-LE-07	SN5	139.57 bc	16.857 bc	7.571 cde	16.788 abcde	40.774 abcde	30.00 abcd	1064 b
CP-LE-07	SN6	140 bc	12.286 bc	10.143 abcd	18.114 abcd	41.176 abcd	30.67 abcd	1553.9 b
Zamorana	SN1	150.14 bc	10.571 bc	10.714 abc	15.30 abcdef	35.294 ghij	30.68 abcd	1564.1 b
Zamorana	SN2	128.14 bc	8.571 c	6.714 cde	16.326 abcde	36.56 efghi	30.963 abc	1828.2 ab
Zamorana	SN3	176.14 bc	8.571 c	9 bcd	15.95 abcdef	34.108 ij	30.64 abcd	1186.6 b
Zamorana	SN4	139.57 bc	6.143 c	8.429 cde	14.351 def	34.621 ij	29.76 abcd	1425.6 b
Zamorana	SN5	204.71 abc	8 c	7.571 cde	15.771 bcdef	37.094 defghij	30.66 abcd	3583.5 a
Zamorana	SN6	177.71 bc	6.429 c	10.28 abcd	15.84 abcdef	36.031 fghij	31.055 abc	1530.6 ab
DMS		121.1	17.265	4.422	4.056	4.581	3.539	1950.9

Medias con letras diferentes en una misma columna en los niveles de cada factor, son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05); Ho=Número de hojas, Ne=Número de estolones, Nh=Número de hijuelos, Pf=Peso de fruto, Lf=longitud de fruto, Df=Diámetro de fruto y Rend=Rendimiento. DMS=Diferencia mínima significativa.

En relación con la variable sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Brix), solo en el cultivar CP, hubo efecto de las SN en esta variable; se incrementaron los $^{\circ}$ Brix, con la SN1 ($25\text{NH}_4^+ : 75\text{NO}_3^-$).

En la acidez titulable (AT), las SN no afectaron esta variable en los cultivares Monterey, Festival y CP; sin embargo, en Zamorana sí hubo diferencias significativas, los valores más altos se lograron con las SN 1, 3, 4, 5 y 6. En la relación de $^{\circ}$ Brix/AT, en el cultivar Monterey la SN no tuvo efecto, pero en los cultivares Festival, CP-LE-07 y Zamorana sí se afecta esta variable con las SN. La relación $^{\circ}$ Brix/AT disminuyó cuando se usó la SN3 ($5.25 \text{ meq de K}^+ \text{ L}^{-1}$) en Festival, la SN6 ($6.75 \text{ de Ca}^{2+} \text{ L}^{-1}$) en CP-LE-07 y la SN4 ($2.25 \text{ meq de Ca}^{2+} \text{ L}^{-1}$) en Zamorana. Los frutos más ácidos se tuvieron en 'Zamorana', y los menos ácidos en el cultivar Monterey; las SN afectaron el pH en cada uno de los cultivares (Tabla 4).

La firmeza del fruto es una de las características que definen la calidad de fruto (Martínez *et al.*, 2017). La respuesta de esta variable a las soluciones nutritivas no está muy bien definida; en la presente investigación, solo disminuyó en el cv. Monterey cuando se utilizó la SN1; sin embargo, estos resultados contrastan con lo

que reportaron Cardeñosa *et al.* (2015) quienes encontraron que en cv. Primoris, la concentración de 5 mmol L^{-1} de nitrógeno incrementó significativamente la firmeza del fruto, con utilización de SN con concentraciones de N de 5 mmol L^{-1} , la cual es una concentración menor a la utilizada en el presente estudio (6 mmol N L^{-1}) y coinciden con lo reportado por Andriolo *et al.* (2009), De la Cruz (2012) y Fuad *et al.* (2015) quienes no encontraron diferencias significativas al usar diferentes tratamientos con calcio y potasio en la firmeza de frutos de fresa cv Araza, Festival y Toyonoka.

El color de fruto de cada variedad de fresa es una característica genética que puede estar influenciada también por la concentración iónica de la SN, la pérdida de humedad, el grado de madurez, temperatura, así como el contenido y concentración de antocianinas (Calegario *et al.*, 2002). En esta investigación no hubo diferencia estadística en la variable L^* por efecto de la SN, con valores de 37.07 a 38.67, los cuales fueron superiores a los reportados por Lázaro *et al.* (2013), donde encontraron diferencias significativas cuando la dosis aumentó de $150 \text{ a } 600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ y de $100 \text{ a } 400 \text{ kg ha}^{-1}$ de N con un valor máximo de 32.21 para L^* .

Tabla 4. Efecto de la interacción entre variedades de fresa y solución nutritiva en calidad de fruto.

Var	NS	Hu	L	Cr	pH	Firmeza (N)	$^{\circ}$ Brix	AT (%)	$^{\circ}$ Brix/AT
M	SN1	0.428 cd	39.995 a	36.841 a	3.236 ab	2.000 i	6.714 cd	0.125 f	54.793 ab
M	SN2	0.440 bcd	37.233 ab	37.178 a	3.463 a	2.020 i	6.909 bcd	0.139 cdef	50.691 abcd
M	SN3	0.457 bcd	34.091 b	33.504 abc	3.217 ab	8.188 abcd	6.585 cd	0.140 cdef	47.044 abcd
M	SN4	0.421 cd	36.933 ab	35.009 ab	3.180 ab	5.576 fg	6.780 cd	0.140 cdef	48.519 abcd
M	SN5	0.424 cd	37.562 ab	36.092 ab	3.132 ab	7.588 abc	7.152 abcd	0.141 cdef	50.763 abcd
M	SN6	0.460 bcd	38.3 ab	36.37 ab	3.192 ab	7.121 abcd	6.852 bcd	0.141 cdef	48.701 abcd
F	SN1	0.588 ab	39.995 a	37.481 a	3.088 ab	3.127 hi	7.290 abcd	0.135 def	54.316 ab
F	SN2	0.522 abcd	39.5 a	37.191 a	3.157 ab	9.078 ab	7.252 abcd	0.126 f	57.849 a
F	SN3	0.514 abcd	39.6 a	36.45 ab	3.105 ab	8.358 abc	6.728 cd	0.148 abcdef	45.691 bcd
F	SN4	0.517 abcd	38.019 ab	34.416 abc	3.031 ab	6.316 abcde	7.133 abcd	0.146 bcdef	48.867 abcd
F	SN5	0.441 bcd	37.112 ab	30.923 abc	3.089 ab	7.031 abcde	6.602 cd	0.123 f	53.596 ab
F	SN6	0.638 a	40.169 a	35.533 ab	3.025 b	7.345 abcde	7.7833 abc	0.137 cdef	57.346 a
CP	SN1	0.497 abcd	35.793 ab	28.958 bc	3.193 ab	7.774 abcde	8.454 a	0.148 abcdef	57.357 a
CP	SN2	0.561 abc	38.362 ab	32.106 abc	3.237 ab	5.940 defg	7.371 abcd	0.152 abcdef	48.27abcd
CP	SN3	0.485 bcd	37.424 ab	32.939 abc	3.180 ab	7.275 bcde	7.333 abcd	0.156 abcdef	47.634 abcd
CP	SN4	0.428 cd	38.338 ab	31.865 abc	3.165 ab	6.368 cdefg	7.304 abcd	0.151 abcdef	48.354 abcd
CP	SN5	0.423 cd	35.762 ab	27.022 c	3.092 ab	6.828 cdefg	7.235 abcd	0.130 ef	55.427 ab
CP	SN6	0.437 cd	36.94 ab	30.4 abc	3.174 ab	7.066 bcde	6.069 d	0.135 def	44.82 bcd
Z	SN1	0.462 bcd	39.381 a	37.478 a	3.105 ab	5.133 gh	8.247 ab	0.160 abcde	51.806 abcd
Z	SN2	0.458 bcd	39.6 a	37.415 a	3.069 b	9.676 a	7.252 abcd	0.139 cdef	52.114 abc
Z	SN3	0.511 abcd	39.5 a	35.697 ab	3.048 b	7.052 bcde	6.969 bcd	0.166 abcd	41.927 cd
Z	SN4	0.495 abcd	39.944 a	35.834 ab	2.919 b	5.261 fgh	7.211 abcd	0.178 ab	40.681 d
Z	SN5	0.421 cd	37.414 a	34.282 abc	3.064 b	7.027 bcde	7.866 abc	0.178 a	44.189 bcd
Z	SN6	0.39 d	37.45 ab	29.623 abc	2.971 b	5.819 defg	6.995 bcd	0.17 abc	41.226 cd
DMS		0.150	5.215	7.866	0.389	2.378	1.418	0.032	11.373

Medias con letras diferentes en una misma columna en los niveles de cada factor, son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Var = variedad, NS= solución nutritiva Hu=Ángulo de tono, L=Luminosidad, Cr=Cromaticidad, $^{\circ}$ Brix=sólidos solubles totales, AT=acidez titulable, $^{\circ}$ Brix/AT= Relación sólidos solubles totales y acidez titulable. M = Monterey, F=Festival, CP= CP-LE-07, Z= Zamorana.

En lo referente al cultivar, hubo diferencias estadísticas para Festival y Zamorana que presentaron los frutos más claros. Por otra parte, en Monterey y CP-LE-07 se obtuvieron frutos más oscuros de acuerdo con la escala para L (0=negro, 100=blanco absoluto). Esto también pudo deberse al genotipo de cada una de los cultivares.

A pesar de que las principales normas de calidad para exportación de fresa determinan el color rojo o rosa de frutos como un parámetro más de calidad, no se especifica el grado de saturación o brillo requerido para establecer los parámetros de calidad de fresa para consumo en fresco y tampoco se especifican estos criterios de acuerdo al genotipo que se esté usando (Martínez-Bolaños, *et al.*, 2008). En el cv. Monterey se obtuvieron resultados más altos en la variable L* y Cr en comparación con los obtenidos por Duralija *et al.* (2014) de 31.47 y 22.86 respectivamente. En la descripción del cv. 'Monterey', se afirma que el potencial de la variedad para el parámetro de color L* es de 32.0 a 38.4 (Shaw y Larson, 2009), el límite superior se superó con la SN1, ya que se alcanzó el valor de 39.99.

En cuanto a sólidos solubles totales, los resultados no concuerdan con Nestby *et al.* (2005) quienes mencionaron que la absorción excesiva de potasio tiene efecto negativo en la concentración de sólidos solubles totales. Azam *et al.* (2014) demostraron que las concentraciones de 3 y 4.5 meq L⁻¹ de K⁺ en la solución nutritiva promovieron un incremento en los SST en frutos de fresa cv. 'Selva'. Sin embargo, en la presente investigación no se logró el mismo resultado en los cuatro cultivares estudiados. El cv. Monterey presentó una concentración de sólidos solubles totales entre 6.58 y 7.15 °Brix, estos valores superaron los 5.7 °Brix obtenido por Cecatto *et al.* (2013) y 5.11 °Brix por Antunes *et al.* (2010).

En acidez titulable a diferencia de lo reportado por Andriolo *et al.* (2010) y Fuad *et al.* (2016) quienes mencionaron que la concentración de 9 meq L⁻¹ K⁺ en la SN, incrementó el porcentaje de AT, en el presente estudio no se observó tal efecto. El cultivar Zamorana obtuvo el valor más alto de AT 0.178%; estas diferencias se pueden atribuir a las propiedades fisicoquímicas de las diferentes variedades de fresa. Las condiciones climáticas podrían modificar significativamente las propiedades organolépticas del fruto, el sombreado posee un efecto muy significativo en la acumulación de compuestos volátiles en fresa modificando el sabor en la fruta (Watson *et al.*, 2002). En las condiciones de cultivo bajo invernaderos o túneles, se tiende a obtener frutos con menor sabor, sólidos solubles totales y porcentaje de acidez (D'Antuono *et al.*, 2000).

Lázaro *et al.* (2013) encontraron que conforme aumentó las dosis de N y K, se incrementó el valor de la relación de °Brix/AT. En esta investigación se muestra que el incremento de la concentración de K⁺ y la disminución de Ca²⁺, tiene un efecto negativo para la relación de °Brix/AT.

Este parámetro es muy significativo, dado que la proporción de sólidos solubles totales y la acidez titulable son responsables de una parte del sabor del fruto. Esto significa que para que el fruto obtenga un buen sabor, la cantidad de ácido y azúcar debe mantener una cierta proporción (Berbari *et al.*, 1998). Sin embargo, también se ven influenciados por el factor genético (Lado *et al.*, 2012) y condiciones ambientales, como es el caso de la temperatura (Kadir *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

La adición de NH₄⁺ solo incrementó el crecimiento vegetativo en la variedad Monterey y las diferentes concentraciones de K⁺ y Ca²⁺ en la solución nutritiva no tuvieron efecto en la etapa vegetativa-floración. La concentración de 5.25 meq L⁻¹ de K⁺ en la solución nutritiva incrementó el peso (Pf), longitud (Lf) y firmeza (f) del fruto. El incremento de 2.25 a 6.75 meq L⁻¹ de Ca²⁺ afectó negativamente la calidad postcosecha del fruto. En la mayoría de las variables estudiadas, los cultivares de fresa tuvieron una respuesta interactiva con las soluciones nutritivas.

Financiamiento. Nada que declarar

Conflicto de interés. Ninguno de los autores integrantes, tienen intereses en competencia que declarar.

Cumplimiento de normas éticas. Durante el desarrollo de la investigación, todos los autores participaron con aportaciones importantes de acuerdo a su experticia y con un fundamento ético en su proceder.

Disponibilidad de datos. los datos presentados en la contribución están disponibles en su totalidad, previa solicitud razonable al Dr. Rubén Bugarín Montoya, correo electrónico: drbugarin@hotmail.com).

REFERENCIAS

- Andriolo, J. L., Jänisch, D. I., Schmitt, O. J., Braz V. M. A., Cardoso, F. L. y Erpen, L. 2009. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. *Ciência Rural*. Santa María, 39(3), pp.684-690.
Diponible en:

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33113640009>.
- Andriolo, J. L., Jänisch, D. I., Schmitt, O. J., Dal Peio, M., Cardoso, F. L. y Erpen, L. 2010. Doses de potássio e cálcio no crescimento da planta, na produção e na qualidade de frutas do morangueiro em cultivo sem solo. *Ciência Rural*, 40(2), pp.267-272. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782010000200003.
- Antunes, L. E. C., Ristow, N. C., Krolow, A. C. R., Carpenedo, S. y Reisser, J. C. 2010. Yield and quality of strawberry cultivars. *Horticultura Brasileira*, 28 (2), pp.222-226. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362010000200015.
- Arshad, M., Nazari, D. M. J., Haghshenas M. and Karbalaye G. S. 2015. Antioxidative capacity and quality of strawberry fruit (*Fragaria* × *ananassa* Duch 'Selva') under the balance of minerals nutrition. *Biological Forum – An International Journal*, 7(2), pp. 91-97. Disponible en: <https://www.researchtrend.net/bfij/bf12/19%20MOUSA%20ARSHAD.pdf>.
- Ashraf, M., and Foolad, M. R. 2007. Roles of Glycine, Betanie and Proline in improving plant abiotic stress resistance. *Experimental Environment Botany*, 59(2), pp.206-216. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.12.006>.
- Azam, S., Ali E. and Mesbah, B. 2014. Effect of potassium levels in nutrient solution, harvest season, and plant density on quantity and quality of strawberry fruit (cv. Selva) in hydroponic system condition. 44(4), pp.423-429. Disponible en: <https://www.sid.ir/En/Journal/ViewPaper.aspx?ID=496173>
- Berbari, S. A. G., Nogueira, J. N. y Campos, S. D. S. 1998. Efeito de diferentes tratamentos pré-congelamento sobre a qualidade do morango var. Chandler congelado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 18(1), pp.82-86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611998000100018>.
- Calegaro, J. M., Pezzi, E. y Bender, R. J. 2002. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 37(8), pp.1049-1055. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n8/11663.pdf>.
- Cantliffe, D. J., Catellanos, Z. J. and Paranjpe, V. A. 2007. Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coco coir and pine bark media. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 120, pp.157-161. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/237333627_Yield_and_Quality_of_Greenhouse_grown_Strawberries_as_Affected_by_Nitrogen_Level_in_Coco_Coir_and_Pine_Bark_Media.
- Caruso, G., Villari G., Melchionna C. and Conti, S. 2011. Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca* L.) grown in hydroponics. *Scientia Horticulturae*, 129(3), pp.479-485. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2011.04.020>.
- Cardeñosa, V., Medrano, E., Lorenzo, P., Cruz Sánchez-Guerrero, M., Cuevas, F., Pradas, I., & Moreno-Rojas, J. M. 2015. Effects of salinity and nitrogen supply on the quality and health-related compounds of strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa* cv. Primoris). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(14), pp.2924-2930. Doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7034> .
- Cecatto, A. P., Oliveira, C. E., Nienow, A. A., Castoldi da Costa, R., Constâncio, M. H. F. and Pazzinato, A. C. 2013. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(4), pp.471-478. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212013000400010.
- Chen, B., Liu, D., Han, W., Fan, X., Cao, H., Jiang, Q., Liu, Yu., Chang, J., and Ge, Y. 2015. Nitrogen-removal ability and niche of *Coix lacryma-jobi* and *Reineckia carnea* in response to NO₃⁻/NH₄⁺ ratio. *Aquatic Botany*, 120b, pp.193-200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2014.05.016>

- Correia, P. J., Pestana, M., Martínez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Aavedra, T. and Palencia, P. 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Scientia Horticulturae*, Netherlands, 130(2), pp.398-403. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.039>.
- D'Antuono, L. F, Fiori, R., Baruzzi, G., Faedi, W. 2000. La qualità delle fragole in tre sistemi di coltivazione. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 62(12), pp.69-76. Disponible en: <http://plateforme-documentaire.ctifl.fr/Record.htm?idlist=1&record=19506532124913247149>.
- De la Cruz, M. M. G. 2012. Fertilización foliar con potasio, calcio, y silicio en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo, México. Disponible en: <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2012051109124807.pdf> [última consulta: 08/enero/2020].
- Duralija, B., Maretić, M., Mešić, A., Skendrović Babojelić, M., Miličević, T. 2014. Kvalitet ploda sorte jagode 'Monterey' uhidroponskom sistemu uzgoja. *Diplomski Rad. Univerzitet u Zagrebu, Poljoprivredni fakultet, Svetošimunska*. 50 p.
- Disponible en: https://bib.irb.hr/datoteka/742756.M.Fantela_-_Kvaliteta_plodova_jagode_sorte_Monterey.pdf [última consulta: 27 de mayo de 2018].
- Fuad, M. Md., Asaduzzaman, Md., Kawaguchi, M., Yano, S. 2017. Reduction of Potassium (K) Content in Strawberry Fruits through KNO₃ Management of Hydroponics. *The Horticulture Journal*, 86(1), pp.26-37. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/hortj/86/1/86_MI-113/_pdf/-char/en.
- Horwitz, W. and Latimer, W. G. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Edition. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292783651_AOAC_2005.
- Kadir, S., Sidhu, G. and Al-Khatib, K. 2006. Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) growth and productivity as affected by temperature. *HortScience* 41(6), pp.1423-1430.
- Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/9b8d/41d8ace1fa2665b1014aa2690dc47176a26f.pdf>.
- Lado, J., Vicente E., Manzioni A., Ghelfi B., Ares G. 2012. Evaluación de calidad de fruta y aceptabilidad de diferentes cultivares de frutilla. *Agrociencia Uruguay*. 16(1), pp.51-58.
- Disponible en: www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100007.
- Lázaro, R. C., Da Silva, P. I., Toledo, C. V. A., Guimarães, F. D. M., De Souza, R. J. and Guedes, De C. J. 2013. Chemical properties and rates of external color of strawberry fruits grown using nitrogen and potassium fertigation. *IDESIA (Chile)*, 31(1), pp.53-58. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n1/art07.pdf>.
- Martínez-Bolaños. M., Nieto, A. D., Telliz, O. D., Rodríguez, A. J., Martínez, D. M. T., Vaquera, H. H., Carrillo, M. O. 2008. Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 14(2), pp.113-119.
- Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000200003.
- Martínez F., Palencia P., Alonso D., Oliveira J. A. 2017. Advances in the study of nitrification inhibitor DMPP in strawberry. *Scientia Horticulturae*, 226, pp.191-200. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.07.046>
- McGuire, G. R. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*, 27(12), pp.1254-1255. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.27.12.1254>
- Nestby, R., Lieten, F., Pivot, D., Lacroix, C. R. and Tagliavini, M. and Evenhuis B. 2005. Influence of mineral Nutrients on strawberry fruit quality and their accumulation in plant organs. A Review. *Acta Horticulturae*. 649, pp.201-206. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.649.37>
- SAS Institute. 2009. SAS/STAT R 9.1. Userss Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.

- pp. 60. Disponible en: https://support.sas.com/documentation/onlinedoc/91pdf/sasdoc_91/stat_ug_7313.pdf.
- Shaw, D. V., Larson, K. D. 2009. Strawberry plant named "Monterey". United States Plant Patent. Patent No: US PP19, 767 P2, 1-7.
- Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil*, 15(2), pp.134-154. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01347224>
- Tabatabaei, S. J., Yusefi, M., and Hajiloo J. 2008. Effects of shading and $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. *Scientia Horticulturae*, 116(3), pp.264-272. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2007.12.008>.
- Taghavi, T. and Folta, M. F. (2014). A comparison of wild and cultivated strawberries for nitrogen uptake and reduction. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 55(3), pp.196-206. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13580-014-0190-7>
- United States Department Of Agriculture. 2016. Trans-Pacific Partnership Benefits To U.S. Agriculture. USDA. From Foreign Agricultural Service. https://www.fas.usda.gov/Sites/Default/Files/2016-05/Tpp_Details_Fruits_Other_Fresh-05-2016.Pdf
- Watson, R., Wright, C. J., McBurney, T., Taylor, A. J. and Linforth, R. S. T. 2002. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *Journal of Experimental Botany*, 53(377), pp.2121-2129. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erf088>
- Yoon, H. S., Hwang, Y. H., An, C. G., Shim, J. S., Hwang, H. J. and Shin, H. Y. 2009. Effect of NH_4^+ to NO_3^- ratio on growth, yield and albinism disorder of strawberry. *Acta Horticulturae*, 842, pp.987-990. DOI: [10.17660/ActaHortic.2009.842.219](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.842.219)