

Determinación de las causas del rajado del fruto de uchuva (*Physalis peruviana* L.) bajo cubierta: I. Efecto de la variación en el balance hídrico

Determining the cause of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) fruit cracking in greenhouse conditions. I. Effect of varying water balance

Claudia Torres A.¹, Alexander Cooman² y Gerhard Fischer³

Resumen: Con el fin de determinar la influencia del balance hídrico sobre el rajado de los frutos de uchuva, se hicieron los siguientes tratamientos bajo invernadero: (a) testigo, riego diario según la indicación del lisímetro; (b) poda severa, riego diario según la indicación del lisímetro; (c) R+(-), con dosis elevadas de riego entre las semanas 5 y 19 de cosecha, seguido por dosis bajas de riego entre las semanas 20 y 29; (d) R-(-), sometidas a un déficit de riego entre las semanas 5 y 19 de cosecha, seguido por dosis elevadas de riego entre las semanas 20 y 29. El R+(-) evidenció que el aumento de riego entre las semanas 5 y 19 de cosecha favoreció el incremento de la producción y el peso individual de los frutos, mientras el R-(-) tuvo frutos pequeños y menor productividad. Los frutos del tratamiento poda fueron de mayor peso que el testigo, pero no se evidenció efecto sobre el rajado. De la semana 5 a la 19, el testigo y R+(-) no tuvieron cambios drásticos en el porcentaje de frutos rajados, posiblemente por no sufrir fluctuaciones en el riego. Mientras el R-(-) aumentó el porcentaje de rajado con respecto al testigo, 56 días después de haberse iniciado con el déficit de agua, indicando que quizá los frutos fueron susceptibles al déficit fluctuante de riego en la etapa de división celular. De las semanas 20 a la 29, el R+(-) no varió con respecto al testigo, el R-(-) fue diferente al testigo al aumentar de 3% a 70% de frutos rajados, incremento que se atribuyó a los pequeños frutos formados bajo condiciones deficitarias de riego, haciendo que al incrementar el riego los frutos en la etapa de llenado fueran más susceptibles al rajado.

Palabras clave: Riego, epidermis, poda, producción.

Abstract: The following treatments were applied in greenhouse conditions to determine the influence of water balance on the cracking of cape gooseberry fruit: (a) control, irrigating every day as indicated by lysimeter; (b) severe pruning, irrigating every day as indicated by lysimeter; (c) R+(-), heavy irrigation from harvesting week 5 to 19, followed by sparse irrigation between weeks 20 and 29; (d) R-(-), irrigation withheld between harvesting weeks 5 and 19, followed by heavy irrigation from weeks 20 to 29. The R+(-) treatment showed that increased irrigation between weeks 5 and 19 during the harvest period favoured increased production and individual weight of fruit whilst R-(-) treatment led to small fruit and lower productivity. Fruit from pruned plants weighed more than these from the control; however, pruning had no effect on cracking. The control and R+(-) treatment presented no drastic changes in the percentage of split fruit observed during harvesting weeks 5 to 19, possibly due to not having suffered from fluctuations in irrigation. There was an increase in the percentage of cracked fruits in R-(-) plants 56 days after initiating water restriction, which could have indicated that these fruits were susceptible to fluctuating irrigation (or severely reduced irrigation) during cell division phase. R+(-) treatment was seen to be no different to that of control during weeks 20 to 29 whilst R-(-) plants differed to control plants as they presented increased fruit cracking (from 3% to 70%). This increase was assumed to be due to small fruit forming in water deficit conditions, causing fruit to become more susceptible to cracking when irrigation became intensified during the fruit filling phase.

Key words: Irrigation, epidermis, pruning, production.

Fecha de recepción: 31 de agosto de 2004.

Aceptado para publicación: 01 de diciembre de 2004.

- 1 Ingeniera Agrónoma, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: claudiazuelo79@yahoo.com
- 2 Investigador, Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA) de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Chía. e-mail: alexandercooman@utadeo.edu.com
- 3 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: gfischer@unal.edu.co

Introducción

EL CULTIVO DE UCHUVA requiere un manejo adecuado para cumplir con las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, en cuanto a presentación de la fruta. Por esta razón, el rajado del fruto repercute con mayor regularidad en la calidad y comercialización, especialmente cuando se piensa en mercado para consumo en fresco, donde no se admiten frutos rajados, haciendo que durante el proceso de poscosecha sea necesario invertir tiempo en la selección de frutos de calidad. El rajado es un término general que ha sido aplicado a ciertos desórdenes fisiológicos de las frutas, expresado como fractura en la cutícula o epidermis del fruto; se ha atribuido principalmente al balance hídrico de la planta, que condiciona el crecimiento y fisiología de las hojas, tallos y raíces, afectando la velocidad del crecimiento y la producción de frutos, por el aporte de asimilados, utilizados tanto para el crecimiento, como para el almacenamiento y al ser la expansión del fruto el resultado de la acumulación de agua en la pulpa (Grange, 1993).

La variación en el contenido de humedad del suelo ha sido reportada como el principal factor que influye en el rajado de frutos de cereza, ciruela, manzana, naranja y tomate (Kamimura *et al.*, 1972; Proctor y Loughheed, 1980; Opara *et al.*, 1997; Ruiz 1989; Voisey *et al.*, 1970). Estas frutas tienen en común una iniciación del rajado después de un período seco o de carencia en el suministro de agua, seguido súbitamente por uno muy húmedo a causa de una fuerte irrigación, que reduce la fuerza extensible de la epidermis del fruto. En uvas y en otras frutas, el rajado se atribuye a condiciones de alta disponibilidad de agua y baja demanda de evaporación, que incrementan el suministro de agua a los tejidos de la fruta, produciendo una alta presión hidrostática (presión de turgencia) induciendo un exceso de fuerza extensible de las paredes celulares (Coinsidine and Kriedeman, 1972; Coinsidine *et al.*, 1974; Aloni *et al.*, 1999).

En tomate, planta pariente de la uchuva, se ha concluido que la epidermis de la fruta es particularmente susceptible al rajado durante los cambios fisiológicos en la maduración, y a las condiciones de humedad del suelo, que pueden ocasionar una reducción de la fuerza y la elasticidad de la epidermis (Peet, 1992). El agrietado es menos severo cuando hay una irrigación continua; por esto la estimación de la lámina de rie-

go es conveniente para prevenir el agrietado (Peet y Willits, 1995).

Fischer (2000) manifiesta que un suministro irregular de agua puede ocasionar el rajado en los frutos de uchuva. Fischer y Martínez (1999) mencionan que el rajado en los frutos de uchuva se ha observado en los que son capaces de absorber el agua hasta los últimos estadios de madurez, o cuando en los estadios iniciales de la producción de la planta se ha efectuado un aclareo de ramas que hacen que los frutos se cuarteen con facilidad. Esto puede ser una consecuencia de la reducción en el área foliar, lo cual reduce la transpiración de la planta.

La uchuva se cultiva en Colombia en el interior del país donde se presenta una precipitación bimodal, que hace que en algunos meses sea necesario el riego para corregir déficit hídrico temporal (Campos, 2000). La evapotranspiración, el agua de riego y la percolación son parte de los componentes para la estimación de la necesidad de riego, factor importante en la producción agrícola, que influye en el rajado del fruto.

En la actualidad no se conoce la influencia del balance hídrico de la planta sobre el rajado del fruto de la uchuva y al mismo tiempo la respuesta productiva. El objetivo de esta investigación fue contribuir a los conocimientos sobre las causas del rajado del fruto de uchuva, cuantificando el efecto del balance hídrico. Se espera que con los resultados de esta investigación se puedan formular recomendaciones que minimicen el rajado del fruto, con el fin de incrementar los ingresos para el productor.

Materiales y métodos

Se hizo un experimento para evaluar el efecto del balance hídrico en la producción y calidad de la uchuva, en el Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales (CIAA) de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, en el municipio de Chía, Cundinamarca, ubicado al norte de Bogotá, a una altitud de 2.560 m.s.n.m. Con el fin de mantener mayor control sobre las variables que inciden en el comportamiento de las plantas y facilitar el manejo, se hizo el ensayo en materas bajo un invernadero de tipo Venlo, cubierto completamente con vidrio tanto en las estructuras laterales como en el techo. Este invernadero disponía de un sistema automático de control de la ventilación por medio de ventanas móviles en el techo, manteniendo

durante el transcurso del ensayo temperaturas promedio de 22° C en el día y 14° C durante la noche.

El 28 de enero de 2003, se transplantaron las plantas de uchuva ecotipo Colombia, de dos meses de edad, sin fertilizar, a bolsas plásticas de 60 litros de capacidad, llenadas con una mezcla de cascarilla de arroz entera sin quemar y turba rubia, en una proporción 70:30 en volumen. Las plantas se ubicaron en tres surcos espaciados de dos metros, dejando dos metros entre plantas. Un pliego de plástico fue puesto debajo de las bolsas, para evitar que la raíz penetrara el fondo de la bolsa e hiciera contacto con el suelo. El riego fue aplicado según la necesidad de la planta y fue determinado por lisímetros instalados a cada planta usada en el ensayo. La fertilización se hizo a través de fertirriego diario, con una solución estándar concentrada, diluida según el volumen de agua aplicado a las plantas desde el momento del trasplante. En la poda de formación se dejaron tres ramas principales que dieron origen a las ramas productivas. El sistema de tutorado empleado fue en “V”. El manejo general del cultivo fue análogo al planteado por Angulo (2003), de modo que ningún factor fuera de los tratamientos impuestos limitara el desarrollo de las plantas. Durante los cinco meses después del trasplante todas las plantas se manejaron de la misma forma, regándolas según las indicaciones de los lisímetros. Los tratamientos se comenzaron cuando las plantas tenían cuatro semanas de cosecha y contaban con frutos en diferentes estados de desarrollo:

- 1) Plantas testigo, regadas diariamente según la indicación del lisímetro.
- 2) Plantas poda, regadas diariamente según la indicación del lisímetro, a las cuales se les hizo una poda, dejando el tallo principal, ramas primarias y secundarias, quitando una gran cantidad de hojas con el fin de reducir la transpiración.
- 3) Plantas R+(-) con dosis elevadas de riego entre las semanas 5 a la 19 de cosecha, seguido por dosis bajas de riego de las semanas 20 a la 29.
- 4) Plantas R-(-) con déficit de riego entre la semana 5 a la 19 de cosecha, seguido por dosis elevadas de riego de las semanas 20 a la 29.

Las dosis elevadas de riego consistieron en dos riegos diarios, con el fin de mantener el sustrato siempre cer-

cano a capacidad de campo. Las dosis bajas de riego fueron aplicadas dos o tres veces por semana para mantener las plantas en estrés hídrico. El intercambio de los tratamientos de riego elevado y bajo fue hecho cuando todos los frutos se habían desarrollado bajo las condiciones de la primera fase. Con esto se lograron evaluar los cambios producidos por la oferta de agua.

Se utilizó un diseño en bloques al azar con tres réplicas, donde cada bloque correspondió a una línea de plantas y la unidad experimental a una planta. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de la cosecha y calidad de los frutos (color de cáliz verde amarillo y fruto amarillo). El rendimiento se determinó mediante el registro de las cosechas, y la calidad se evaluó tomando una muestra de diez frutos por planta, por semana, registrándoseles el peso con cáliz y cuantificando el rajado en la escala de 0 a 1, donde 0 correspondió a fruto sin rajado, 1 a rajado severo. Las variables de los tratamientos testigo, R+(-) y R-(-) se comenzaron a medir 157 días después del trasplante y para el tratamiento poda a los 225 días. Todos los tratamientos se evaluaron hasta los 323 días después del trasplante.

Se hizo el análisis estadístico del diseño experimental planteado, y un análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples (Duncan) para el rendimiento. El análisis estadístico de las variables de calidad de los frutos fue “general linear models”, el cual combinó análisis de varianza con análisis de regresión para tratar datos incompletos. Se analizaron los datos de rajado con una transformación de la variable discreta (números 0 y 1) a una variable continua, calculando para cada fecha y planta la proporción de frutos en cada categoría (0 y 1).

Resultados y discusión

Rendimiento

El rendimiento total promedio por planta se evidenció en el análisis de varianza efecto a causa de los tratamientos (Riego: $F < 0.0006$; Poda: $F < 0.010$, en Tabla 1). Para determinarlo se graficaron los totales de las cosechas colectadas durante el ensayo (Figura 1). El tratamiento R+(-) mostró que el aumento de riego de la semana 5 a la 19 de cosecha favoreció la producción con respecto al testigo, que fue 20% menor, pero según la prueba de duncan no tuvieron diferencias sig-

Tabla 1. Análisis de varianza de la cosecha total por planta por tratamiento.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F evaluada	Pr > F
Riego	2	80236016.45	40118008.22	31.82	0.0006
Poda	1	45128053.10	45128053.10	35.79	0.0010
Cama	2	11822399.51	5911199.75	4.69	0.0594

R² modelo = 0.947734, Raíz de cuadrado medio del error = 1122.909.

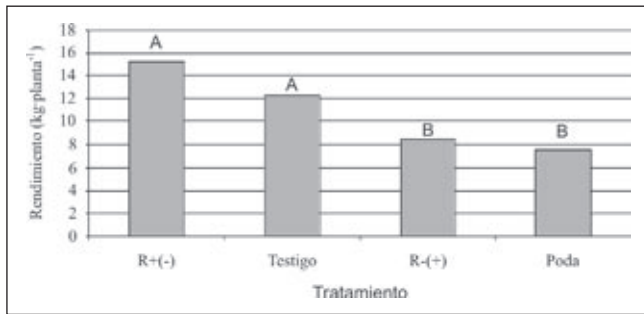


Figura 1. Rendimiento promedio de plantas de uchuva de acuerdo con la poda y el suministro de agua ($P \leq 0,05$, $n=6$), con prueba de Duncan.

nificativas. El incremento en el rendimiento del R+(-) se debió a que entre la semana 8 a la 14 de cosecha se alcanzó el pico y en este momento las plantas se encontraban con dosis elevadas de riego, lo que pudo beneficiar la entrada de nutrientes, acrecentando el follaje y asimilados. También se explica por un aumento en el peso individual de los frutos, por ser la expansión el resultado de la acumulación de agua en la pulpa (Grange, 1993). En tomate, asimismo, al acrecentar el riego aplicado a las plantas sube el peso individual de los frutos, debido a una mayor absorción de agua (Peet y Willits, 1995).

El tratamiento R-(+) tuvo 32% menos de kg cosechados que el testigo, siendo significativamente diferentes según duncan. La disminución en el rendimiento del R-(+) se atribuye al déficit de riego de la semana 5 a la 19, periodo durante el cual las plantas en condiciones normales producen frutos de mayor tamaño. Resultado que coincide con el estudio de Behboudian *et al.* (1998) en manzano 'Braeburn', que recibieron una irrigación deficitaria desde los cuarenta días después de la floración obteniendo una reducción en la cosecha. Estos resultados muestran la importancia de un abastecimiento constante de agua, para no limitar la producción.

El tratamiento poda, como se aprecia en la Figura 1, fue el de menor rendimiento, significativamente diferente al testigo. Esta diferencia fue ocasionada por la poda severa que se hizo al iniciar los tratamientos, dejando la planta sin producción durante trece semanas.

Peso del fruto

En el análisis de varianza el peso del fruto fue significativo en el tiempo (Día, $F < 0.0001$, Tabla 2), indicando que el peso de los frutos disminuyó en el lapso de cosecha. Esto se explica por el crecimiento de la planta, que a través del tiempo aumenta en longitud y número de ramas productivas, que son de menor grosor, produciéndose una menor translocación de asimilados a los frutos (demanda), haciendo que el peso disminuya en el tiempo. Resultado que coincide con el estudio de Mazorra y Quintana (2002), quienes en uchuva encontraron en los frutos de ramas principales un mayor peso fresco y seco que en los de ramas secundarias.

El valor F altamente significativo de los tratamientos de riego y poda ($F < 0.0001$; Tabla 2) indicó que existió efecto sobre el peso del fruto. En la Figura 2 se observa que los tratamientos R+(-) y el testigo tuvieron pesos promedios similares y que el R-(+) fue el más bajo. La

Tabla 2. Análisis de varianza de peso de los frutos con cáliz.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F evaluada	Pr > F
Riego	2	135.942762	67.971381	102.47	<0.0001
Poda	1	33.988041	33.988041	51.24	<0.0001
Cama (R*P)	4	183.383135	45.845784	69.11	<0.0001
Día (R*P)	4	2666.511383	666.627846	1004.94	<0.0001

R² modelo = 0.015, Raíz de cuadrado medio del error = 0.814463.

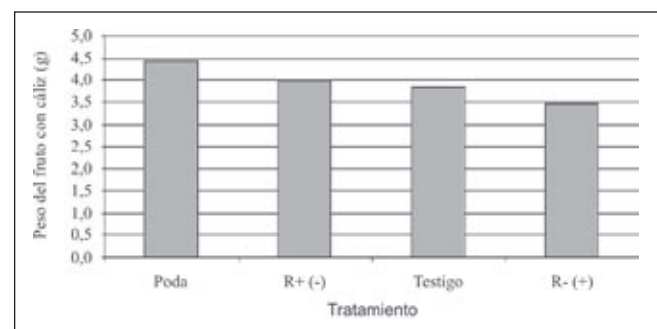


Figura 2. Promedio del peso fresco del fruto con cáliz, en plantas de uchuva de acuerdo con la poda y el suministro de agua.

diferencia entre los tratamientos R+(-) y R-(-) se explica por los mayores pesos acumulados del R+(-), entre las semanas 5 a la 19 de riego elevado, cuando llegó al pico de producción; mientras las plantas del R-(-) tenían déficit de riego y no llegaron al pico.

El tratamiento poda estuvo por encima del peso promedio del testigo (Figura 2), y se atribuye a que las plantas produjeron durante 4 semanas y luego se hizo la poda, generando en principio, para los dos casos, pocos frutos que tuvieron mayor capacidad de llenado. Además, después de la poda se cosechó durante 11 semanas, un tiempo corto, que evitó que la planta generara un mayor número de ramas productivas de menor vigor y capacidad de translocación.

Rajado del fruto

El porcentaje de frutos rajados por semana, desde el inicio de la cosecha hasta el final del experimento, se observa en la Figura 3. Entre las semanas 1 y 5, cuando aún no se habían iniciado los tratamientos, se obtuvo en general un alto porcentaje de frutos rajados. Un resultado similar en uchuva fue reportado por Gordillo (2004), donde el mayor porcentaje de rajado se presentó en el primer mes de producción, con un promedio de 15%.

En el análisis de varianza la F altamente significativa evidencia que existió efecto de rajado a causa de los tratamientos, y en la variable “semana” mostró que los resultados no cambiaron significativamente en el tiempo (Tabla 3). En la Figura 3 se observa que los tratamientos testigo y R+(-) no tuvieron cambios drásticos en el porcentaje de frutos rajados entre la sema-

Tabla 3. Análisis de varianza de los frutos rajados.

Fuente	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F evaluada	Pr>F
Tratamientos	3	2.90464930	0.96821643	38.31	<0.0001
Carra	2	0.06323125	0.03161562	1.25	0.2877
Semana (trat)	4	0.19302378	0.04825594	1.91	0.1088

R² = 0.2949527, Raíz de cuadrado medio del error = 0.158966.

na 5 y 19. Este resultado muestra que un suministro adicional de agua en el tratamiento R+(-) no hizo que el porcentaje de frutos rajados aumentara o disminuyera significativamente con respecto al testigo, debido probablemente a que no sufrió fluctuaciones en el suministro de riego, que ocasionaran que las plantas sufrieran un estrés por déficit.

En tanto que el tratamiento R-(-) presentó amplias fluctuaciones con respecto al testigo en el porcentaje de frutos rajados, como se observa en la Figura 3, entre la semana 5 y la 12 el comportamiento de R-(-) es similar al testigo. Sin embargo, de la semana 13 a la 15 el porcentaje de frutos rajados se incrementó drásticamente y a partir de la semana 16 los frutos rajados disminuyen rápidamente. Este resultado muestra que las fluctuaciones en el riego hicieron que los frutos se rajaran más, con respecto a las plantas que tuvieron un suministro de riego adecuado (testigo). Para la discusión de este resultado se considera que el crecimiento del fruto de uchuva presenta un crecimiento de tipo sigmoidal simple, en el cual se pueden diferenciar tres etapas: una de crecimiento lento de división celular, que va desde 0 hasta 20 días después de cuajado el fruto; una segunda, de llenado del fruto, que comprende de los 21 a los 60 días; y una tercera de sobremaduración y senescencia que va desde los 61 hasta los 80 días (Mazorra y Quintana, 2002). Los frutos son cosechados en promedio a los 55 días después del cuajado, en estado de madurez fisiológica y en etapa de llenado, bajo las condiciones de Subia (Cundinamarca).

Nótese que el porcentaje de frutos rajados del tratamiento R-(-) comenzó a incrementarse a partir de los 56 días después de iniciar con los déficit fluctuantes de riego (semana 13), indicando que los frutos que se rajaron entre las semanas 13 y 15

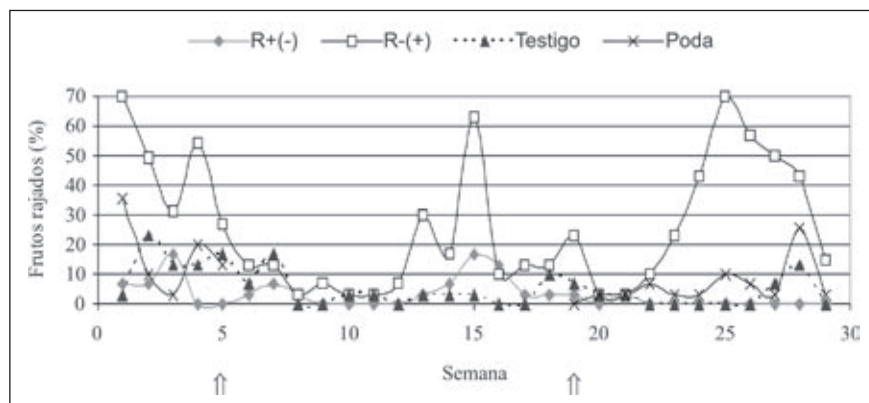


Figura 3. Porcentaje de frutos rajados para los tratamientos desde la primera semana de cosecha hasta el final del experimento. Las flechas indican el inicio de los tratamientos R+(-) y R-(-). La primera fase va de la semana 5 a 19 y la segunda fase de la 20 al 29.

fueron los que desarrollaron la primera etapa de división celular bajo esta condición, y al llegar a la fase de llenado fueron más vulnerables a rajarse. Mientras los frutos cosechados antes de la semana 13 se hallaban en la etapa de llenado al iniciar con déficit de riegos temporales, y no fueron propensos a rajarse. Evidenciando que los frutos son más susceptibles a presentar rajado cuando existen fluctuaciones en el riego en la fase de división celular, que cuando han pasado a la fase de llenado. Un resultado similar se observó en tomate por Bakker (1988), que registró mayor frecuencia de frutos rajados cuando de la sexta a la séptima semana después del cuajado las plantas no fueron regadas adecuadamente. De la semana 16 a la 19 en el R-(+), los frutos rajados disminuyeron; esto se podría explicar por el déficit de riego, que hizo que la cantidad de área foliar se redujera y disminuyera el tamaño de los frutos, como se observó durante el ensayo.

A partir de la semana 20 se inició la segunda fase del experimento, donde el tratamiento R+(-) no varió con respecto al testigo, resultado que probablemente se dio porque las plantas venían de un riego abundante, que originó mayor área foliar. Al someterlas a déficit de riego, la diferencia entre la evapotranspiración y el riego suministrado, probablemente hizo que no se alcanzara a suministrar agua suficiente a los frutos formados en etapa I y II, con una posible mayor elasticidad de la epidermis para resistir la fuerza del llenado, lo que permitió que no se rajaran. El tratamiento R-(+) fue significativamente diferente al testigo, mostrando un aumento de 3% a 70% de frutos rajados entre las semanas 20 y 25; este incremento se podría explicar porque bajo las condiciones de estrés por déficit de agua durante la primera fase del experimento, los frutos desarrollados fueron pequeños y con una posible reducida elasticidad de la epidermis, y al aumentar el riego en la segunda fase probablemente hizo que los frutos en la etapa de llenado se rajaran más, debido a que se incrementa la presión reduciéndose la fuerza y la elasticidad de la epidermis del fruto, como lo reportó Kamimura *et al.* (1972) para tomate, cuando se incrementa el riego. En la semana 26 los frutos rajados comienzan a disminuir lentamente hasta el final del experimento, evidenciando que los frutos desarrollados bajo condiciones de riego constante presentan menos probabilidad de rajado.

En el tratamiento poda la cosecha se comenzó en la semana 19 (Figura 3), tiempo durante el cual la planta regeneró las ramas productivas y originó la primera co-

secha con un porcentaje de 4% de frutos rajados. Esto posiblemente se puede atribuir al balance entre área foliar y frutos, que se generó después de la poda, lo que evitó una alta presión de asimilados hacia los frutos, haciendo que no se presentara un alto porcentaje de rajado como durante el primer mes de cosecha. Confirmando lo supuesto por Fischer (2004) en uchuva, quien menciona que el balance entre el área foliar y el crecimiento de los frutos incide sobre el tamaño y el peso de los mismos, y recomienda retirar las primeras flores formadas para minimizar el porcentaje inicial de rajado en la cosecha.

Bibliografía

Angulo, R. 2003. Frutales exóticos de clima frío. Bayer CropScience, Bogotá. pp. 27-48.

Aloni, B.; L. Karni; S. Moreshet; C. Yao y C. Stanghellini. 1999. Cuticular cracking in bell pepper fruits II: effects of fruit water relations and fruit expansion. *Journal of Horticultural Science Biotechnology* 74, 1-5.

Bakker, J. C. 1988. Russeting (cuticle cracking) in glass-house tomatoes in relation of fruit growth. *Journal of Horticultural Science* 63(3), 459-463.

Behboudian, M. H.; J. Dixon y K. Pothamshetty. 1998. Plant and fruit responses of lysimeter-grown 'Braeburn' apple to deficit irrigation. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 73(6), 781-785.

Campos, A. 2000. Manejo de riego. En: Flórez, V. J., G. Fischer y A. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp. 9-26.

Coinsidine, J. A. y P. E. Kriedman. 1972. Fruit splitting in grapes: Determination of the critical turgor pressure. *Australian Journal of Agricultural Research* 23, 17-24.

Coinsidine, J. A., J. F. Williams y K. C. Brown. 1974. A model of studies on stress in dermal tissues of mature fruit of *Vitis vinifera*: criteria for producing fruit resistant to cracking. pp. 611-617. En: R. L. Bialeski *et al.* (eds.). Mechanisms of regulation of plant growth, Bull. 12. The Royal Society of New Zealand, Wellington.

Fischer, G. 2000. Crecimiento y desarrollo de la uchuva. En: Flórez, V. J., G. Fischer y A. Sora (eds.). Producción, poscosecha y exportación de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. pp. 9-26.

Fischer, G. 2004. Comunicación personal. Bogotá.

- Fischer, G. y O. Martínez. 1999.** Calidad y madurez de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) en relación con la coloración del fruto. *Agronomía Colombiana* 16(1-3), 35-39.
- Gordillo O. 2004.** Efecto de tres niveles de riego y cinco tratamientos de fertilización sobre la incidencia del rajado en frutos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Grange, R. 1993.** Crecimiento del fruto. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón (eds.). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Interamericana McGraw-Hill, Bogotá. pp. 449-462.
- Kamimura, S.; H. Yoshikawa y K. Ito. 1972.** Studies on fruit cracking in tomatoes. *Bulletin of the Horticultural Research Station of the Ministry of Agriculture and Forestry* No. 7, Serie C. Morioka.
- Mazorra, M. y A. Quintana. 2002.** Desarrollo del fruto y madurez fisiológica de la uchuva (*Physalis peruviana* L.) cultivada en la localidad de Subia (Cundinamarca). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Opara, L.; C. Studman y N. Banks. 1997.** Fruit skin splitting and cracking. *Horticultural Reviews* 19, 217-261.
- Peet, M. 1992.** Fruit Cracking in tomato. *HortTechnology* 2, 216-223.
- Peet, M. y D. Willits. 1995.** Role of excess water in tomato fruit cracking. *HortScience* 30(1), 65-68.
- Proctor, J. T. A. y E. C. Logheed. 1980.** Cracking of Golden Russet apples. *Canadian Plant Disease Survey* 60(4), 55-58.
- Ruiz, L. L. y E. Primo-Millo. 1989.** El rajado, agrietado o "splitting" de los frutos cítricos. *Levante Agrícola* 291, 98-102.
- Voisey, P. W.; L. H. Lyall y M. Kloek. 1970.** Tomato skin strength: its measurement and relation to cracking. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 95, 485-488.