



III CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y | COMEII 2017

Puebla, Pue., del 28 al 30 de noviembre de 2017

EFFECTOS DEL SECADO PARCIAL DE RAICES EN EL RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL AGUA EN EL CULTIVO DE CAMOTE

Daniel Carey Machco^{1*}; Miguel Sánchez Delgado¹

¹Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina - Av. La Universidad s/n La Molina, Lima, Perú.

danielcarey510@gmail.com - (044) 777 424 4474 (*Autor de correspondencia)

Resumen

El experimento se llevo a cabo durante la temporada primavera-verano en la Universidad Nacional Agraria La Molina, la cual se localiza en la costa central de la República de Perú. Se analizo los efectos de la técnica de riego: secado parcial de raíces (PRD), en dos cultivares de camote. Los parámetros sometidos a comparación fueron el rendimiento de la raíz reservante, la productividad del agua y otros relacionados al desarrollo del cultivo. Los atributos de rendimiento se vieron afectados en los tratamientos con déficit hídrico aunque no son estadísticamente diferentes en todos los casos. Se llego a una reducción del rendimiento de hasta 26.9% en la variedad paramonguina y, hasta un 19,9% en el cultivar huambachero. Se encontró que la materia seca aumento con los tratamientos bajo PRD en el cv. paramonguino, mientras que el huambachero mostro diferencias reveladoras entre los tratamientos en cuanto al índice de cosecha. Por último se muestra como la productividad del agua se vio altamente influenciada por las estrategias de riego PRD. El valor de este parámetro aumento entre 19.4% y 41.9% entre los distintos tratamientos, siendo los tratamientos iniciados a los 21 días los que fueron afectados con mayor intensidad. Esto indica que el PRD usa el agua de riego con mayor eficiencia, sin embargo el alto valor de los índices de productividad en sí mismos es de poco interés si no están asociados con altos rendimientos (o aceptables), particularmente en áreas con escasez de agua como la zona costera en Perú o gran parte de la zona norte de la República Mexicana.

Palabras clave adicionales: raíz reservante, PRD, huambachero, paramonguino, inicio de tratamiento.



Introducción

El camote muy a menudo incomprendido y subestimado, está recibiendo nueva atención como cultivo alimentario que salva vidas en muchos países en vías de desarrollo, como el Perú, tanto por su bajo costo y agradable sabor, así como por su buen aporte al déficit nutritivo que demandan las familias de bajos ingresos (Fonseca *et al.*, 2002). De acuerdo al International Potato Center (CIP, 2015), el camote, es el octavo cultivo más importante del mundo después del trigo, arroz, papa, tomate, maíz, yuca y bananas a nivel mundial. Anualmente se producen más de 105 millones de toneladas métricas de camote en el mundo, más del 95 por ciento de esta cantidad en los países en desarrollo. Es una especie que va adquiriendo participación en el mercado por su alta productividad. A todo esto, se va sumando su creciente aporte en la industria ya sea como harina que agrega dulzura, color y sabor a los alimentos procesados o contribuyendo a las necesidades nutricionales diarias en β -caroteno, tiamina, hierro, vitamina C y proteína (Kaur *et al.*, 2016).

Por otro lado, ante la preocupante escasez de los recursos hídricos que se pronostica, afrontara la humanidad, es de vital importancia el uso de nuevas técnicas de riego que aumenten la eficiencia del uso del agua sin mermar en el rendimiento del cultivo. Una de ellas, es el secado parcial de raíces (PRD), la cual consiste en someter la mitad de la zona radicular a riego, mientras que la otra se mantiene seca, esto de manera alternada durante cada riego (Stoll *et al.*, 2000). En un experimento llevado a cabo en Perú, se demostró que el riego parcial mejoró la eficiencia de uso de agua en el cultivo de papa, evaluada a través de la eficiencia de transpiración en relación a la producción de biomasa total, entre un 12% y 20% (Yactayo *et al.*, 2015).

Un estudio realizado en la Universidad de Pretoria en Sudáfrica revelo que la productividad del agua del camote varia en el rango de 64.8 a 97.5 kg ha⁻¹ mm⁻¹, siendo los tratamientos con riegos menos frecuentes (estrés hídrico) los de mayor valor de productividad (Masango, 2014). En Turquía se obtuvo que el rendimiento de la raíz reservante disminuyo entre un 25 a 59% dependiendo del tratamiento bajo estrés hídrico (Onder *et al.*, 2015). Si bien es cierto ya existen estudios referentes a la respuesta de la batata a condiciones de estrés hídrico, aun no hay investigaciones en los cuales se haya desarrollado el cultivo bajo la técnica del PRD. Los objetivos de este estudio fueron determinar el rendimiento, la productividad del agua, el índice de cosecha y medidas de crecimiento de dos variedades del cultivo de camote, sujetos a tratamientos de PRD contrastados con diferentes tiempos de iniciación de restricción del agua, los cuales ahorrarían el recurso hídrico en áreas áridas o semiáridas como Lima o gran parte de la zona norte de México.

Materiales y Métodos

Área de estudio, suelo y condiciones climáticas

El experimento de campo se llevo a cabo durante el periodo 2016/2017, en la parcela demostrativa del Departamento de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) ubicada en la Provincia de Lima en Perú. Las



características generales del sitio se resumen en la Tabla 1. El terreno presenta un suelo franco arenoso con un porcentaje de materia orgánica muy bajo de 1.75%. Los efectos que presenta la salinidad del suelo son despreciables ($CE=0.77 \text{ dS m}^{-1}$), al mismo tiempo que es considerado medianamente alcalina ($pH = 7.59$). La capacidad de campo y el punto de marchitez permanente fueron de 0.22 y $0.11 \text{ m}^3/\text{m}^3$ respectivamente, además de un punto de saturación de $0.44 \text{ m}^3/\text{m}^3$.

Tabla 1. Características Generales del Campo Experimental - Perú

Características	La Molina, Lima
Latitud	12° 05' 06" S
Longitud	76° 57' 06" W
Altitud (msnm)	251
Tipo de suelo	Franco arenoso
Precipitación media anual (mm)	10

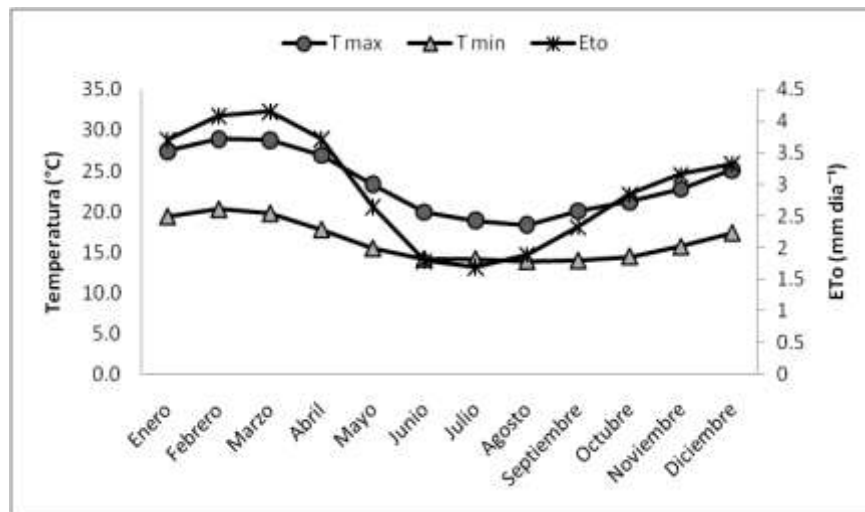


Figura 1. Patrón mensual de temperaturas máximas y mínimas, y evapotranspiración de referencia (Eto) en La Molina, Lima, Perú (2000-2010).

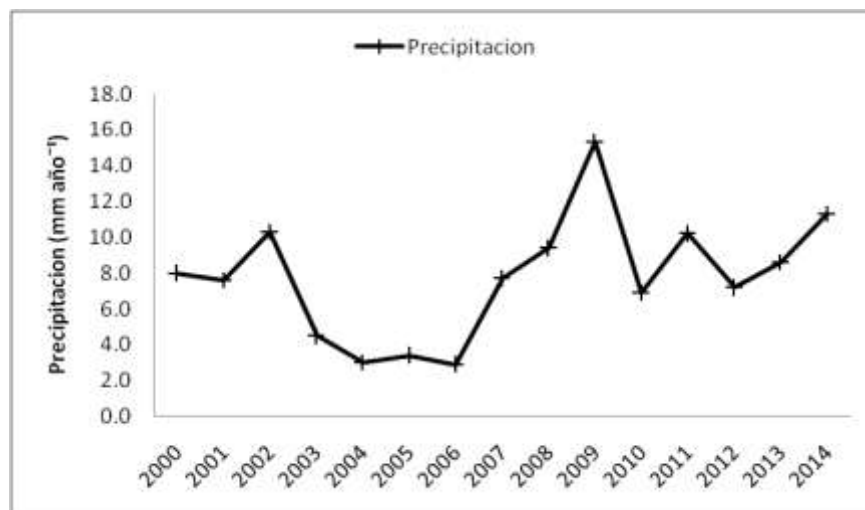


Figura 2. Histórico anual de lluvias en La Molina, Lima, Perú (2010-2014).



Las condiciones climatológicas (2000-2010) mensuales para el sitio se detallan en la figura 1, cabe señalar que no se muestra la tasa mensual de precipitación ya que es escasa (10 mm/año en promedio), en su lugar se presenta la figura 2 con los últimos registros anuales de lluvia en la ciudad de Lima. Los datos meteorológicos para el periodo de cultivo se extrajeron de la estación automática (Davis Vantage Pro 2) ubicada a 80 m del campo experimental, en el Laboratorio de Recursos Hídricos de la UNALM, el cual mide parámetros a intervalos de una 1 hora.

Cultivares y tratamientos

El experimento incluyó dos cultivares populares del camote (*Ipomea Batatas* L.), el Paramanguino y el Huambachero. Son variedades que tiene un ciclo de vida de 130 a 150 días y están adaptadas a las características de la costa central del Perú obteniendo mejores rendimientos con siembras de primavera y verano.

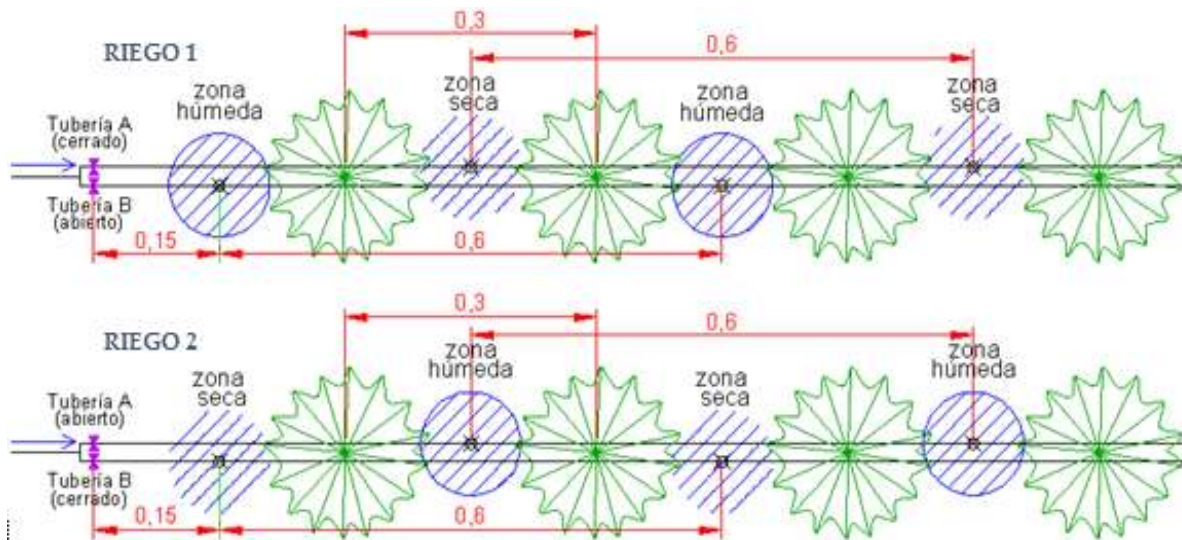


Figura 3. Alternancia en la aplicación del secado parcial de raíces (PRD).

Se definieron cuatro tratamientos de riego, un testigo(T0) en condiciones normales (100% ET) y los otros tres en déficit hídrico (50% ET) dada la técnica del PRD (*Partial Root Drying*), todos bajo un sistema de riego por goteo. Los tratamientos sometidos a estrés, por insuficiencia de agua, se diferenciaron por el inicio del tratamiento: a los 21(T1), 35(T2) y 49(T3) días después de la siembra (DDS). Las plantas sometidas al tratamiento PRD fueron regadas frecuentemente de manera alternada entre la mitad de la zona de raíces (Figura 3), mientras que las plantas bajo tratamiento testigo tuvieron un riego aplicado al pie de la planta cubriendo la zona radicular al 100%. Inicialmente, todos los tratamientos se regaron de igual forma para promover el brote de raíces adventicias. La frecuencia de riego en ambos tratamientos fue de 2 a 3 días, hasta los 107 DDS, luego se regó en 4 ocasiones mas cada semana, dejando de regar 135 DDS para que el suelo este suelto para la cosecha (150 DDS).



Diseño experimental, unidad de trazado y labores culturales

Los tratamientos fueron asignados en un diseño de bloques completamente al azar (RCB) con cinco repeticiones. En el lugar había dos conjuntos de RCB experimentales, uno para cada variedad, con una superficie de 16.5 m² para cada una de las 20 parcelas elementales. Cada parcela contaba con 45 plantas sembradas distribuidas en 3 hileras (15 en cada hilera) separadas 80 cm una de otra. En todos los casos, los esquejes (guías) se plantaron en el plano de manera horizontal y se recubrieron por lo menos de 2 a 3 nudos con una delgada capa de tierra de 3 cm de espesor (Chamba, 2008) y distanciados 30 cm en una misma hilera. Previo al trasplante se desinfecto todo el material de siembra, sumergiéndolo en una solución de 250 gramos de Benlate 50% en 100 litros de agua y se dejó escurrir (Larenas *et al.*, 1994). Las guías de 25-30 cm se obtuvieron a partir de tallos vigorosos y sanos con alta cantidad de reservas alimenticias, de la zona norte de la capital peruana, Lima. Los segmentos utilizados como material de siembra desarrollaron raíces y nuevo follaje después de ser trasplantado.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron dos labores de fumigación en el campo dado que se lleno de salta hojas (o pulgón), especies de la familia Cicadellidae, las cuales agujerean los hojas. Se uso Clorpirifós (nombre de la IUPAC: O, O-dietil O-3,5,6-trichloropyridin-2-il fosforotioato) como insecticida inhibiendo la proliferación de los insectos.

El fertilizante granular se emitió durante la preparación final de la tierra a una tasa de aplicación de 140-120-220 kg ha⁻¹ de N-P-K. Por otro lado, al mes del cultivo se extrajo manualmente la mala hierba (desde su raíz, para evitar el rebrote) debido a su rápido crecimiento. Además, a los 45 DDS con ayuda del pico se acumuló tierra alrededor de las plantas (aporque) para estimular su crecimiento y el desarrollo de las raíces reservantes.

Calculo de evapotranspiración, rendimiento e índice de cosecha

Para el cálculo de la evapotranspiración (ET) se hizo uso de la ecuación general del balance de agua:

$$P + I + U = R + D \pm \Delta W + ET \quad (1)$$

Donde P es la precipitación efectiva (mm), I el agua de riego aplicado (mm), U el flujo ascendente debido al nivel freático (mm), R el escurrimiento superficial (mm), D el agua perdida por percolación profunda (mm), ΔW el cambio en el almacenamiento de humedad del suelo en el perfil del suelo (mm) y ET la evapotranspiración del cultivo (mm).

La adición neta de agua al perfil del suelo es representada por los términos en el lado izquierdo de la ecuación (1) durante el período de tiempo de interés (siembra hasta la madurez fisiológica). Se supuso un flujo ascendente nulo debido a que el nivel freática registrado en la zona se encuentra alrededor de los 50 m de profundidad de la



superficie del suelo. Así mismo, la escorrentía superficial era cero dada la técnica de riego por goteo. La percolación profunda se asumió insignificante, ya que el agua se aplicó solo para reemplazar la humedad del suelo en la zona de la raíz. La lluvia en la zona es escasa por lo que no se toma en cuenta en la investigación. Por lo tanto, la ecuación (1) se reduce a la fórmula a continuación:

$$ET = I + \Delta W \quad (2)$$

Para hallar el rendimiento se muestrearon cinco plantas por cada parcela tratamiento y se obtuvo un promedio de las cinco repeticiones. Para el caso de la biomasa, se sustrajo una tres muestras por unidad experimental y se promedió con las cinco repeticiones. Ambos parámetros fueron medidos tanto en modo fresco como seco. En el caso del índice de cosecha (HI) se calculo a partir de la ecuación 3.

$$HI = \frac{\text{Rendimiento raiz reservante}}{\text{Rendimiento raiz reservante} + \text{Rendimiento aereo}} \quad (3)$$

Análisis estadístico

Como las mediciones de humedad del suelo se realizaron en un solo bloque, los análisis estadísticos no se pudieron realizar para la productividad del agua. El rendimiento de camote, las medidas de desarrollo de la planta y el índice de cosecha fueron analizados como un RCB. Se analizo mediante la varianza utilizando el paquete estadístico MSTAT-C. Se examinaron las diferencias entre los medios de tratamiento para la significación estadística usando la prueba de rango multiple de Duncan (DMRT) bajo un criterio del 95% de confianza.

Productividad del agua

La productividad es una relación entre una unidad de producción y una unidad de entrada. Aquí, el término productividad del agua se usa exclusivamente para indicar la cantidad o el valor del producto sobre el volumen o el valor del agua agotada o desviada (FAO, 2003). La producción se basa en la cantidad de agua de cultivo transpirada. Como es difícil separar la transpiración de la evaporación de la superficie del suelo entre las plantas (que no contribuye directamente a la producción de cultivos), definir la productividad del agua del cultivo utilizando evapotranspiración en lugar de transpiración tiene sentido práctico a nivel de campo y sistema (ecuación 4).

$$WP_{ET} = \frac{Y}{ET} \quad (4)$$

Donde Y es el rendimiento de la raíz reservante (kg ha^{-1}) y ET el uso de agua de cultivo ó evapotranspiración (mm).

Además, la productividad del agua de riego aplicada fue calculado por medio de la ecuación (5).



$$WP_i = \frac{Y}{I} \quad (5)$$

Donde I es el agua de riego aplicada (cm).

Resultados y Discusión

Condiciones climáticas durante el periodo de cultivo

El periodo de crecimiento del camote se dio de octubre a marzo (primavera-verano). Las temperaturas diarias máximas y mínimas variaron entre 19.2 y 31.3°C, y 14.4 y 24.8°C, respectivamente. La humedad relativa promedio fue de 81.2%, mientras que la velocidad del viento vario alrededor de 1.2 m s⁻¹. La radiación solar promedio 13.11 MJ m⁻² dia⁻¹ durante todo el periodo de crecimiento del cultivo, cabe señalar que las intensidades más fuertes se dieron en la segunda mitad del periodo llegando a picos de 20 MJ m⁻² dia⁻¹. Las variables se usaron para calcular la evapotranspiración de referencia diaria (ET_o) utilizando la ecuación de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998) y el paquete ET_o Calculator (Raes, 2012). Como se menciono previamente, se prescindió de la precipitación ya que en la zona es escasa. El detalle de las variables se muestran en la Figura 4.

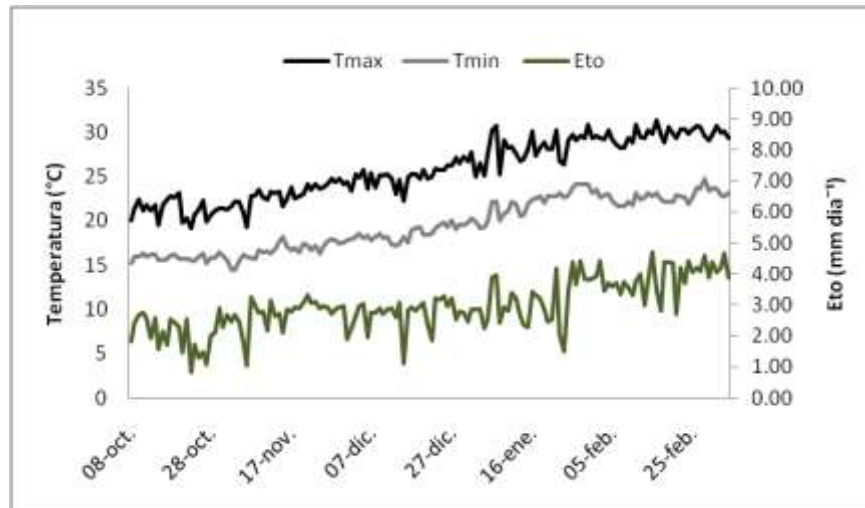


Figura 4. Variaciones diarias de temperatura máxima y mínima del aire y evapotranspiración de referencia durante el desarrollo del cultivo

Atributos de crecimiento

Todos los tratamientos de secado parcial de raíces fueron afectados en casi todos los aspectos de crecimiento de la planta (Tabla 2). Se observo que las diferencias entre los tratamientos sometidos a riego deficitario es insignificante salvo algunos casos. En ambas variedades, la altura de la planta se restringe en los tratamientos PRD, pero es en la variedad huambachera donde se da la diferencia más significativa entre el T0 y el T3 (reducción del 17.8%). En la cobertura de dosel y la longitud de raíces se mantiene la diferencia significativa entre los testigos y el conjunto de tratamientos PRD, con el



contraste que la cobertura dosel se reduce y el enraizamiento se prolonga al aplicar el PRD. Así mismo los días para llegar a cobertura máxima aumenta en caso de los tratamientos PRD. Cabe destacar que las variedades difieren en cuanto a las medidas de crecimiento debido a que una de las variedades tiene un carácter semipostrado y el otro erecto.

Tabla 2. Efectos del PRD en los parámetros de crecimiento del camote

	Altura planta (cm)	Desarrollo tallo (cm)	Cobertura dosel máx. (cm)	Días a cobertura máx.	Longitud de raíz (cm)
Paramonguino					
T-test(T0)	89.7 a	208.4 a	98.5 a	91	43.7 b
T-prd21(T1)	71.5 b	193.3 a	96.6 b	98	47.1 a
T-prd35(T2)	63.8 b	170.5 b	95.9 b	98	47.6 a
T-prd49(T3)	64.3 b	160.6 b	96.3 b	98	46.8 a
Huambachero					
T-test(T0)	83.9 a	180.5 a	95.7 a	98	29.5 b
T-prd21(T1)	70.3 b	167.4 a	93.5 b	105	34.7 a
T-prd35(T2)	64.5 bc	129.1 b	93.6 b	105	33.8 a
T-prd49(T3)	60.6 c	132.2 b	92.9 b	105	31.5 ab

Nota: para cada variedad, las medias con letra(s) similar en cada columna no son significativamente diferentes en el nivel de probabilidad del 5% según DMRT

Los resultados muestran congruencia con estudios previos que han indicado que las plantas presentan mecanismos de adaptación ante situaciones de déficit hídrico. Un ejemplo es la limitación específica de la expansión foliar, ya que si bien la superficie foliar es importante dado su vínculo con la fotosíntesis, una rápida expansión foliar puede afectar negativamente la adaptación a la poca disponibilidad de agua (Moreno, 2009). Otro caso se da en el crecimiento radicular, la reducida disponibilidad de agua permite que la raíz continúe su desarrollo mientras que la parte aérea deja de crecer. Así, las plantas son capaces de continuar su desarrollo ya que las raíces van en búsqueda de agua en zonas más profundas del suelo (Potters *et al.*, 2007)

Rendimiento de raíces reservantes e índice de cosecha

El detalle de los rendimientos y biomásas tanto frescas como secas, así como los índices de cosecha para los diversos tratamientos se presentan en la Tabla 3. Se observaron las respuestas diferenciales de las estrategias de riego en las dos variedades de camote. Para el rendimiento fresco no hay diferencias significativas entre los tratamientos PRD con distintas fechas de inicio, pero sí con los testigos. observando el mayor efecto en la variedad paramonguino entre el T0 y el T1 (reducción del 26.9%). En el caso del rendimiento seco se dio diferencia significativa solo en la variedad huambachero siendo más resaltante el del T0 con el T2 (reducción del 19.9%). La diferencia no es mucha comparado con los resultados obtenidos por Onder *et al.* (2015), quienes sometieron el camote a riego deficitario (66% del riego total) en un sistema por goteo, en este caso se llegaron a reducciones de hasta 25.5%. Se agrega que en el caso del paramonguino el porcentaje de materia seca aumento con los



tratamientos bajo estrés hídrico, mientras que el huambachero no mostro diferencias significativas entre sus tratamientos.

Tabla 3. Rendimientos, biomasa aérea e índices de cosecha por tratamiento

	RF (Tn ha ⁻¹)	RS (Tn ha ⁻¹)	MS (%)	BAF (Tn ha ⁻¹)	BAS (Tn ha ⁻¹)	HI(%)
Paramonguino						
T-test(T0)	25.08 a	7.14 a	28.4 b	27.04 a	5.92 a	57.9 a
T-prd21(T1)	18.32 b	6.05 a	33.0 a	21.08 b	5.43 ab	52.5 a
T-prd35(T2)	18.87 b	6.00 a	31.8 a	19.21 b	4.80 b	55.5 a
T-prd49(T3)	19.81 b	6.45 a	32.6 a	20.92 b	5.05 b	56.0 a
Huambachero						
T-test(T0)	24.42 a	7.39 a	30.1 a	27.29 a	6.31 a	53.7 a
T-prd21(T1)	20.55 b	6.34 b	30.9 a	23.35 c	5.73 bc	52.2 b
T-prd35(T2)	19.62 b	5.92 b	30.2 a	21.23 d	5.34 c	52.6 bc
T-prd49(T3)	21.54 ab	6.33 b	29.4 a	24.93 b	5.95 ab	51.5 c

Nota: las medias con letra(s) similar en cada columna no son significativamente diferentes en el nivel de probabilidad del 5% según DMRT. Donde RF=rendimiento fresco, RS=rendimiento seco, MS=porcentaje de materia seca, BAF=biomasa aérea fresca, BAS=biomasa aérea seca y HI=índice de cosecha.

Por el lado de la biomasa fresca se nota que todos los tratamientos PRD no difieren entre sí, pero si con el T0 en el caso del paramonguino, caso contrario con el huambachero que presento diferencias significativas entre todos los tratamientos. La biomasa seca mostro el mayor el efecto diferencial en el cv. paramonguino, con una reducción de 18.6% del T0 con respecto al tratamiento iniciado a los 35 días (T2). Por último, el índice de cosecha se mantiene uniforme en la variedad paramonguina, en contraparte, la variedad huambachero si mostro diferencias reveladoras entre los tratamientos, siendo la más apreciable entre el T0 y el T3 (reducción del 4.1%). Masango (2014), mostro que el índice de cosecha no varía de manera significativa en el camote al someterlo a distintos tratamientos de estrés hídrico; incluso sus valores circulan entre 52.7 y 59.3% muy parecidos a los obtenidos en la experimentación.

Productividad del agua

La tabla 3 muestra que la productividad del agua (WP) y la productividad del agua de riego (WPI) se vieron influenciadas por las estrategias de riego. El riego deficitario efectivamente aumento los parámetros de productividad como ya se había señalado en una investigación realizada en Nigeria (Sokoto et al., 2016). En nuestro caso la técnica del PRD, afecto al WP y el WPI con mayor intensidad en los tratamientos bajo PRD iniciados a los 21 días. Para la variedad paramonguina, la WP y la WPI aumentaron con el T1 en un 19.4 y 23.1% respectivamente. Para el caso del huambachero, las aumentos fueron de mayor intensidad. El T1 se incremento en un 38% en WP y 41.9% en WPI. Lo que indica que el agua de riego está siendo usado más eficientemente en este tratamiento.

Tabla 3. Agua evapotranspirada, agua aplicada de riego y productividad del agua



	RA (mm)	RR (%)	ET (mm)	ETR (%)	RRR (Tn ha ⁻¹)	WP (Kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)	WPI (Kg ha ⁻¹ mm ⁻¹)
Paramonguino							
T-test(T0)	398	100.0	429	100.0	25.08	58.43	63.02
T-prd21(T1)	236	59.3	263	61.2	18.32	69.75	77.58
T-prd35(T2)	254	63.9	279	65.1	18.87	67.55	74.22
T-prd49(T3)	275	69.2	296	69.1	19.81	66.84	71.97
Huambachero							
T-test(T0)	398	100.0	442	100.0	24.42	55.31	61.36
T-prd21(T1)	236	59.3	269	61.0	20.55	76.32	87.02
T-prd35(T2)	254	63.9	284	64.3	19.62	69.13	77.17
T-prd49(T3)	275	69.2	308	69.8	21.54	69.90	78.25

Nota: donde RA=riego aplicado, RR=riego relativo, ET=evapotranspiración del cultivo, ETR=evapotranspiración relativa, RRR=rendimiento de las raíces reservantes, WPET=productividad del agua y WPI=productividad del agua de riego.

Ambos parámetros, WP y WPI, son buenos indicadores para evaluar el desempeño de las estrategias de riego deficitario. Si bien es cierto el incremento que presenta esta investigación, en los índices de productividad del agua en el cultivo de camote (sometidos a secado parcial de raíces) podría ser muy provechoso, no es aun del todo convincente ya que el cultivo sufre una caída en su rendimiento. El alto valor de los índices de productividad en sí mismos es de poco interés si no están asociados con altos rendimientos (o aceptables), particularmente en áreas con escasez de agua.

Conclusiones

Las diferencias en el rendimiento de la raíz reservante tanto fresca como seca, entre los tratamientos PRD son pequeñas, y estadísticamente insignificantes en la mayoría de los casos, siendo el tratamiento iniciado a los 49 días el que mayor rendimiento produjo. Cuando se le compara con el tratamiento en condiciones normales (reposición de agua del 100%) se llega a un grado de diferencia significativa a considerar. La mayor productividad de agua y productividad del agua de riego fueron obtenidos en los tratamientos PRD siendo el de valor máximo el iniciado a los 21 días después de la siembra.

Aunque el rendimiento por hectárea se reduce en la estrategia de riego PRD en comparación con el riego completo, la reducción en el costo de oportunidad del agua compensa la disminución en el rendimiento.

Por último, cabe recalcar que lograr rendimientos más altos con mayor productividad es solo económico cuando las mayores ganancias en el rendimiento de los cultivos no se compensan con el aumento de los costos de otros insumos (Oweis et al., 2004). Por lo anterior se deduce que un análisis mas preciso incluiría otras variables (entre ellas las económicas) para considerar que tan provechoso o no resulta el uso de esta técnica de riego.



Referencias Bibliográficas

- Allen, R; Pereira, L; Raes, D, Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation Drainage Paper 56. FAO, Rome.
- CIP. 2015. Programas de Investigación: datos y cifras del camote. Recuperado de <https://cipotato.org/es/programas-de-investigacion/camote/datosycifrasdelcamote/>. Fecha de consulta: 5 de agosto de 2017
- Chamba, L. 2008. Cultivo del Camote para el mercado internacional. Recuperado de <https://issuu.com/hugoviterodriguez/docs/cultivo-del-camote>. Fecha de consulta: 20 de setiembre de 2015
- Food and Agriculture Organization. 2003. Descubrir el potencial del agua para la agricultura. FAO, Roma, Italia. 72p.
- Fonseca, C; Zuger, R; Walker, T; Molina, J. 2002. Estudio de impacto de la adopción de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central, Perú: caso del Valle de Cañete. Lima, Perú, CIP. 24p.
- Kaur, M & Sandhu, K. 2016. Sweet Potato Flour and Starch. En H. K. Sharma, N. Y. Njintang, R. S. Singhal & P. Kaushal (Eds.), Tropical Roots and Tubers: Production, Processing and Technology (pp. 325-413). John Wiley & Sons.
- Larenas, V & Accatino, P. 1994. Produccion y uso de la batata o camote (*Ipomea batatas* L.). Serie La Platina N° 58. INIA, La Molina, Lima, Peru. 85p.
- Masango, S. 2014. Water use efficiency of orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* L. Lam). Tesis de Master of Science de University of Pretoria, Mention Agronomy. Gauteng, Sudáfrica. 128p.
- Moreno, L. 2009. Respuestas de las plantas al estres por deficit hidrico: una revision. *Agronomia Colombiana* 27(2): 179-191.
- Onder, D; Onder, S; Caliskan, M; Caliskan, S. 2015. Influence of different irrigation methods and irrigation levels on water use efficiency, yield, and yield attributes of sweet potatoes. *Fresenius Environmental Bulletin* 24(10a): 3398-3403.
- Oweis, T; Hachum, A. 2004. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. En: Proceedings of the 4th Int. Crop Sci. Congress, celebrado en Brisbane, en el tema: "Crop Science for Diversified Planet"
- Potters, G; Pasternak, T; Guisez, Y; Palme, K; Jansen, M. 2007. Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble. *Trends Plant Sci.* 12(3): 99-105.



- Raes, D. 2012. The ETo calculator: Evapotranspiration from a reference surface. Reference manual, Version 3.2. FAO, Rome. 37p.
- Sokoto, M & Sadiq, K. 2016. Productivity of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) as Influenced by Water Stress and Variety in Sokoto Sudan Savannah, Nigeria. *International Journal of Plant & Soil Science* 12(1): 1-9. DOI: 10.9734/IJPSS/2016/25963
- Stoll, M; Loveys, BR; Dry, PR. 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 51 (350): 1627-1634. doi: <https://doi.org/10.1093/jexbot/51.350.1627>
- Yactayo, W & Sánchez, M. 2015. Eficiencia de uso de agua de la papa en respuesta a la aplicación de diferentes niveles de riego utilizando el riego parcial en condiciones de invernadero. *Revista Anales Científicos UNALM*, 76 (1): 29-37. doi: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v76i1.761>