

Efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Crespa Salad en la Granja Experimental Yuyucocha provincia de Imbabura.

AUTOR: Néstor Vélez

DIRECTOR: Ing. Carlos Cazco M.Sc.

INTRODUCCIÓN

Beekman (2015), afirma que es necesario aumentar la productividad del agua en la agricultura para reducir la degradación del ambiente, aliviar la presión del recurso hídrico y mejorar la seguridad alimentaria. El agua es un recurso no renovable, siendo cada vez mayor su requerimiento, por ser el líquido vital para la vida y el imparable crecimiento poblacional a nivel mundial. Loo y Loo (2007), señalan que. “En Ecuador, la actividad económica que más aporta al Producto Interno Bruto (PIB) es la actividad agropecuaria”. Según el boletín N° 92, emitido por Banco Central del Ecuador, BCE (2015), registró en el año 2000 el 13% del ingreso total, no obstante en los últimos 15 años se ha disminuido a un 7% esta base productiva, debido a la sub utilización de suelos, por la falta de agua de riego y escasas tecnologías productivas. Según Benalcázar (2015), la siembra agrícola está retrasada en la sierra norte del Ecuador, ya que hubo un déficit del 83% de precipitaciones entre septiembre y octubre con respecto a los datos históricos del INAMHI. Los retenedores de agua son una alternativa de producción para las zonas secas, ya que permiten aprovechar de mejor manera el agua de lluvia, beneficiando directamente a los agricultores en mejorar los rendimientos. Según una publicación del diario LA PRENSA (2015), en Honduras se ha validado a nivel gubernamental la propuesta de los retenedores de agua para combatir la sequía que afecta a la mayor parte de su territorio.

OBJETIVOS

General

Determinar el efecto y rentabilidad de retenedores de agua en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Crespa Salad en la Granja Experimental Yuyucocha, provincia de Imbabura.

Específicos

- Evaluar el efecto de retenedores de agua en la producción de lechuga.
- Determinar la rentabilidad del uso de retenedores de agua en la producción de lechuga.

HIPÓTESIS

Ho: El uso de retenedores de agua no es una alternativa para la producción de lechuga en zonas con déficit hídrico y limitada disponibilidad de agua.

Ha: El uso de retenedores de agua es una alternativa para la producción de lechuga en zonas con déficit hídrico y limitada disponibilidad de agua.

METODOLOGÍA

Localización

La investigación se realizó en un lote de terreno de la Granja Experimental Yuyucocha, ubicada en la parroquia Caranqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, a una altitud de 2.243 m.s.n.m. Una temperatura promedio de 17,70°C, 745,40mm de precipitación anual y 72% de humedad relativa.

Factores en estudio

Factor A: riego

- Con riego por goteo
- Sin riego

Factor B: aplicación retenedor de agua (poliacrilato de potasio)

- Raíz
- Suelo
- Suelo y raíz
- Sin aplicación

Tratamientos

T1: Aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz con riego por goteo.

T2: Aplicación de poliacrilato de potasio al suelo con riego por goteo.

T3: Aplicación de poliacrilato de potasio al suelo y raíz con riego por goteo.

T4: Trasplante sin poliacrilato de potasio con riego por goteo.

T5: Aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz sin riego.

T6: Aplicación de poliacrilato de potasio al suelo sin riego.

T7: Aplicación de poliacrilato de potasio al suelo y raíz sin riego.

T0: Trasplante sin poliacrilato de potasio ni riego.

Diseño Experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial de A×B, donde (A) fue el riego y (B) la aplicación de poliacrilato de potasio.

Variables

- Porcentaje de prendimiento.
- Porcentaje de sobrevivencia de plantas a la cosecha.
- Peso de la planta completa a la cosecha.
- Peso de la materia verde de la parte aérea de la planta.
- Peso radicular de la planta.
- Incidencia de babosas.
- Análisis económico de los tratamientos.

Manejo específico del experimento

El experimento constó de ocho tratamientos y tres repeticiones dando un total de 24 unidades experimentales. La forma de la parcela fue rectangular, con 2m de largo y 1,20m de ancho, obteniendo un área total de 2,40m² y neta de 0,96m². Cada unidad experimental constó de 40 plantas. Cabe mencionar que, los datos de las variables se tomaron de la parcela neta (16 plantas que resultan de los dos surcos centrales menos las cuatro plantas de los extremos). La separación entre parcelas fue de 0,30m y entre bloques (calles) de 1m, teniendo un área experimental del ensayo de 57,06m² y total de 181,89m².

Fertilización.- Los niveles de fertilización se determinaron en base al resultado del análisis de suelo, obtenido del área experimental donde se ejecutó la presente investigación. La fertilización se realizó un día antes del trasplante con el suelo hidratado. Según los resultados del análisis y el requerimiento del cultivo se aplicó; 7 g/hilera de úrea, y 5 g/hilera de fosfato diamónico, el nitrógeno se fraccionó en dos partes, el 50% en la fase inicial y el otro 50% a la mitad del ciclo del cultivo. Como fuente de materia orgánica se utilizó humus de lombriz a razón de 1kg/hilera.

Riego.- Para suministrar riego al cultivo, se instaló un tanque de 500 l, ubicado a tres metros de altura sobre el nivel del suelo. Se utilizaron cintas de riego, localizadas en los surcos del experimento. Las pruebas de cantidad de agua para determinar el tiempo de riego, se calculó sobre la cantidad de agua que la cinta entrega, la misma que fue de un litro por hora. La evapotranspiración promedio fue de 2,50mm/día, la superficie total mojada/ensayo de 23,04m². Durante todo el ciclo del cultivo se entregó un total de 6.092,21 l en la presente investigación. Los tratamientos que no llevaron riego, se usó la condición de secano, es decir, las

plantas recibieron el aporte de las precipitaciones, (sólo humedecimiento general del suelo, antes del trasplante)

Aplicación del poliacrilato de potasio.- En los tratamientos que llevaron poliacrilato de potasio a la raíz, este se aplicó en el hoyo donde se ubicó la raíz de la plántula. Se utilizó un dosificador para colocar la misma cantidad de poliacrilato en las plántulas. La cantidad de poliacrilato de potasio disuelto fue de 50g en 3,5 litros de agua; es decir, en cada planta se colocó 0,20g de poliacrilato de potasio hidratado. Esta dosis se fijó con base en el tamaño del tocón de la raíz de la plántula. En los tratamientos con poliacrilato de potasio aplicado al suelo, éste se aplicó en hilera, a una profundidad de 0,10m, a razón de 10g/metro lineal (2g/sitio), a un lado del surco o hilera y antes del trasplante.

Trasplante de plántulas de lechuga.- Se trasplantó de forma manual en horas de la mañana a una distancia de 0,20m entre plantas y 0,30m entre hilera. Se realizó un hoyo a 0,05m de profundidad, donde se colocó el tocón o pan de tierra de la plántula.

Cosecha.- La cosecha se realizó tomando en cuenta la madurez fisiológica en base a la compactación y firmeza de las hojas (46 días luego del trasplante), se realizó un corte en la base del tallo a nivel de cuello. Los parámetros de calidad comercial fueron dados por las siguientes características: hojas turgentes, brillantes, coloración verde lima, altura promedio de 25cm y un diámetro entre 25 y 30cm.

Comercialización.- Se realizó un estudio de mercado para conocer los precios actuales. Mediante la información obtenida se conoció que la fluctuación de precios de la lechuga variedad Crespa Salad, Esta en un rango entre 0,80 y 1,10USD por kilogramo, dependiendo la forma de comercialización ya sea ésta a granel o empacada. Para la comercialización de lechuga, se consideró el menor precio actual, siendo 0,80USD/kg a granel.

RESULTADOS

Porcentaje de prendimiento

En los tratamientos con riego fue del 100%, en los tratamientos sin riego entre el 97,93 y 100% mientras que, en el tratamiento sin riego ni aplicación de poliacrilato de potasio se obtuvo un 16,70%

Porcentaje de sobrevivencia a la cosecha

En los tratamientos con riego fue entre el 97,93 y 100% y en los tratamientos sin riego entre el 95,83 y 100%.

Peso de la planta completa

Con la aplicación de poliacrilato de potasio al suelo-raíz se obtuvo el mayor peso de 159,83g y en los tratamientos sin riego el mayor peso fue de 51,67g con la aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz.

Peso de la parte aérea de la planta

En los tratamientos con riego el mayor fue de 143g con la aplicación de poliacrilato de potasio al suelo-raíz y en los tratamientos sin riego con la aplicación de poliacrilato a la raíz se obtuvo el mayor peso de 41g.

Peso radicular

En los tratamientos con riego fue mayor cuando se aplicó el poliacrilato de potasio a la raíz, con un peso mayor de 19,67g y en los tratamientos sin riego con la aplicación de poliacrilato a la raíz, presentó un peso superior de 10,67g.

Nota.- En los tratamientos sin aplicación de poliacrilato de potasio ni riego, no se presentaron datos por la mortalidad de las plantas, debido a la elevada evapotranspiración, que conllevó al punto de marchitez permanente.

Análisis económico de presupuesto parcial

Con la aplicación de poliacrilato de potasio al suelo-raíz con riego por goteo se obtuvo la mayor rentabilidad de 10.789 USD/ha, mientras que, en los tratamientos con riego sin la aplicación de poliacrilato se obtuvo 6296 USD/ha. En los tratamientos sin riego y con aplicación de poliacrilato, el más rentable fue con la aplicación a la raíz, con una rentabilidad de 2.299 USD/ha.

Incidencia de babosas

En la presente investigación no existió incidencia de babosas, por condiciones climático-ambientales favorables, al presentar una humedad relativa de 72%, precipitación acumulada de 4,80mm, suelo franco arenoso y una temperatura promedio de 25°C

CONCLUSIONES

- El porcentaje de prendimiento y sobrevivencia de los tratamientos presentaron significancia estadística, con porcentajes entre el 95 y 100%, excepto el tratamiento sin riego ni poliacrilato de potasio que presentó únicamente el 16,67% de prendimiento y una mortalidad absoluta a la cosecha.

- El riego presentó diferencia estadística altamente significativa, ya que los resultados fueron mayores cuando existió aplicación de riego, con porcentajes de prendimiento y sobrevivencia entre el 98,97 y 100%, no obstante, registrándose bajas precipitaciones en la época experimental, las plantas que no tuvieron riego, presentaron pesos aceptables, entre 28 y 37g.
- La aplicación de poliacrilato de potasio no presentó diferencia estadística, sin embargo, existió diferencia matemática en relación a los tratamientos que no se aplicó poliacrilato, obteniendo una ganancia del 36,95% de peso por planta completa, con aplicación a la raíz, 41,34% de peso de la parte aérea aplicado al suelo-raíz y 18% de peso radicular con aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz.
- El análisis de presupuesto parcial indicó que el tratamiento más rentable fue la aplicación de poliacrilato de potasio al suelo-raíz con riego por goteo (T3), cuyo beneficio neto fue de 10.789USD/ha con un incremento del 72% en comparación con el tratamiento con riego sin aplicación de poliacrilato de potasio, seguido por la aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz con riego por goteo (T1), con un beneficio neto de 9.952USD/ha y finalmente la aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz sin riego (T5), con un beneficio neto de 2.299USD/ha.

RECOMENDACIONES

- Al considerar a la aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz (T5), como rentable no se recomienda al agricultor adoptarlo ya que los costos que varían no justifican el beneficio neto; por lo cual se recomienda la aplicación de poliacrilato de potasio al suelo-raíz con riego por goteo (T3); ya que, con costos que varían similares a la aplicación de poliacrilato de potasio a la raíz con riego por goteo (T1), se obtiene mayores beneficios netos.
- Se recomienda realizar estudios enfocados a dosificación, volumen de agua requerido y fertilización con poliacrilato de potasio en cultivos agrícolas, para lograr mayor eficiencia

en la producción, mejorar la economía del agricultor y aportar a nuevas tecnologías limpias en la agricultura.

- Se recomienda realizar las futuras investigaciones en época seca; ya que, así se consigue el mayor efecto del poliacrilato de potasio, y en su defecto probar en suelos arenosos, donde se evidencia la mayor pérdida de humedad por filtración.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Ahmed, E. M. (2015). Hidrogel: Preparación, caracterización y aplicaciones: Una revisión. *Revista de Investigación Avanzada*, 105-121.
- Arjen, Y., & Hoekstra. (2008). The water footprint of food. Obtenido de <http://waterfootprint.org/media/downloads/Hoekstra-2008-WaterfootprintFood.pdf>
- Azevedo, T. L., Berthona, A., & Goncalvez, A. C. (2002). Uso de hidrogel en la agricultura. *Revista de programas de ciencias agro-ambientales, Vol 1 (1)*, 23-31.
- BCE. (30 de Septiembre de 2015). *Banco Central del Ecuador. Cuentas Nacionales Trimestrales del Ecuador*. Obtenido de contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/CuentasNacionales/cnt63/CTASTRIM92.xlsx
- Beekman, G. (Abril de 2015). Agua y Seguridad Alimentaria. En J. Carrera (Vicepresidente), Agua y seguridad alimentaria. Llevado a cabo en el VII Foro Mundial del Agua, República de Corea.
- Benalcázar, W. (15 de Octubre de 2015). La siembra está retrasada en la Sierra norte del Ecuador. *El COMERCIO*.
- Bernabé, R. J. (2004). Efecto del uso de una poliacrilamida sobre la sobrevivencia al trasplante y rendimiento de lechugas (*Lactuca sativa L.*) en la XI Región de Chile (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.
- Bustamante, S., Villegas, O., Domínguez, M., Rodríguez, M., Tejacal, I., & Sotelo, H. (2013). *Poliacrilato de potasio: uso eficiente de agua y nutrientes en el cultivo de ornamentales*. Mexico: Sudcaliforniano.
- Cabrera, F. a. (2007). Producción de hortalizas de clima cálido. Colombia: Marcelo Rangel Díaz.
- Cacarán, M. V. (2013). *Prospección de especies vegetales con principios de biocidas para el control de babosas (Deroceras sp.) en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa, L.) Santa Cruz, Galapagos. (tesis de pregrado)*. Universidad Central del Ecuador, Ecuador.
- Casaca, A. D. (Abril de 2005). *Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales*. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2792/lechuga.pdf>
- Concepción, D. d. (Enero de 2012). *Necesidades de agua de los cultivos*. Obtenido de <http://www.centrodelagua.cl/documentos/difusion-documentos/BOLET%20C3%8DN%20C3%89CNICO%20N%20C2%B01.pdf>
- Córdova, M. O. (2009). *Predicción de plagas de gasterópodos terrestres en Galicia*. España.
- CYMMYT. (1998). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. *CIMMYT*, 77.
- Evans, E. (Septiembre de 2005). *Análisis Marginal: Un procedimiento Económico para seleccionar Tecnologías o Prácticas Alternativas*. Obtenido de <https://edis.ifas.ufl.edu/fe573>
- Fasanando, I. R. (2009). *Efecto residual de tres dosis de hidroadSORVENTE de potasio y tres frecuencias de riego, en el cultivo de lechuga en Lamas- San Martín (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de San Martín, Perú.
- García, Z. M. (2013). *Cultivos herbáceos Intensivos. El cultivo de la lechuga*. Obtenido de https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf
- Gurovich, L. A. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego*. Costa Rica: LEVANTEX, S.A.

- Gutiérrez, C., Sánchez, C., Cueto, W., Trucio, C., Trejo, C., & Flores, H. (2008). *Efecto del polímero aquastock en la capacidad de retención de humedad del suelo y su efecto en el rendimiento de la acelga (Beta vulgaris var cycla) (tesis de pregrado)*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Haberland, J. (2013). Usarán polímeros sintéticos para incrementar capacidad de almacenar agua en el suelo. *Panorama Rural, Ahora Vol (1)*, 1- 135.
- Hernández, M. E. (Diciembre de 2012). *Efecto sinérgico de Algaenzims y Poliacrilato de potasio en las variables fisiológicas del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y en la retención de humedad en cuatro sustratos bajo invernadero (tesis de pregrado)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- Idrobo, H. J., Rodríguez, M. A., & Dias, J. E. (2010). Comportamiento del hidrogel en suelos arenosos vol 9. *EIDENAR*, 33-37.
- Imbaquingo, W., & Varela, E. (23 de Julio de 2012). "Evaluación de la influencia de los retenedores de agua en el comportamiento inicial de tara (Caesalpinia spinosa) Tanlagua –San Antonio de Pichincha" (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
- INAMHI. (2013). *Meteorología*. Obtenido de Dirección gestión meteorológica estudios e investigaciones meteorológicas: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/clima/>
- INIAP. (2011). *Producción limpia de hortalizas*. Ecuador: Activa Diseño Editorial.
- Jadán, G. A. (2007). *Efecto del hidrorretenedor de humedad sobre el prendimiento de plántulas de dos especies forestales en el cantón de Macará (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Jarrín, M. A. (2011). *Cinco relaciones del abono BSA 1.0 y fertilizante sintético para la producción de lechuga Crespa en Machachi, Ecuador (tesis de pregrado)*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Lastres, L., Arguello, H., & Rueda, A. (2012). Manual del Promotor Agrícola. En PROMIPAC, *Manejo Integrado de Cultivos* (págs. 38-39). Honduras: Freddy Soza.
- Lloor, k. D., & Lloor, N. M. (2007). *Rehabilitación de Huertas y Fermentación del Cacao Fino de Aroma Bajo Riego (Tesis Diplomado)*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Miranda, O. (2002). *Presupuestos parciales para la administración de fincas*. Argentina.
- Montesdeoca, N. (2008). Caracterización física, química y funcional de la lechuga. 20.
- Ochoa, S. I. (24 de Mayo de 2014). *Efecto con diferentes dosis de polímero (acrilato de potasio) en trigo para retención de agua en suelos arcillosos en el valle del Yaqui. (Tesis de pregrado)*. Instituto Tecnológico de Sonora, México.
- Orozco, M. E. (Diciembre de 2010). *Evaluación de cuatro dosis de hidrorretenedor luquasorb y tres tipos de sustratos en la plantación de guarango (caesalpinia espinosa) (mol) o.kunts en el cantón Guano. (Tesis de pregrado)*. Universidad Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- Padilla, W. (1979). Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador, Boletín Técnico no. 32. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.
- Prensa, L. (18 de Septiembre de 2015). Juan Orlando valida sistema de riego por lluvia solida. *La Prensa, Honduras*.
- Obtenido de <http://www.hidrokeeper.com/images/descargas/HojaDeSeguridadHKActualizada.pdf>
- Rincón, L. F. (2008). *La fertirrigación de la lechuga*. España: Mundi-Prensa.
- Rojas, B. d., Ramírez, M. P., Torres, C., Bejarano, L. V., & ...Katime, I. (2008). Síntesis Y Caracterización de hidrogeles copoliméricos obtenidos a partir de acrilamida, ácido maleico y ácido acrílico. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 158.
- Rojas, B. d., Ramírez, M., Aguilera, R., Prin, J. L., & Torres, C. (2006). Los hidrogeles poliméricos como potenciales reservorios de agua y su aplicación en la germinación de semillas de tomate en

diferentes tipos de suelos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen 7 (3), 200.

Salinas, C. D. (2013). *Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en el barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

San Martín, K. M. (2004). *Efectos de diversos tratamientos hídricos sobre la producción de lechuga (Lactuca sativa L.) en la IX Región de Chile (Tesis de pregrado)*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Saucedo, J. C., González, M. R., Nuñez, L. M., Casiano, R. T., & Serna, R. R. (2011). *Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México*. México.

Stewart, B., Nielsen, D., & Millar. (1990). *Irrigation of Agricultural Crops*. Wisconsin, USA: ASA, CSSA, SSSA Publishers.

Tlatilpa, S. I. (2003). *Endomicorrizas e Hidrogel en la nutrición mineral de Jitomate (Lycopersicon esculentum)*. Obtenido de <http://suelos.chapingo.mx/tesis/tesis/2009.pdf>

Villegas, O. G. (2013). *Poliacrilato de potasio: Uso eficiente de agua y nutrientes en el cultivo de hornamentales*. México.

Zuchem. (2002). *Hidrokeeper (Retenedor de agua)*. Obtenido de <http://zuchemltda.com/productos/division-agricola.html>