Evaluación de métodos de riego tecnificado en variedades industriales de papa en el Centro de Innovación INIAF, Municipio Zudañez, departamento Chuquisaca.

[1]Jorge Calderón Oropeza, [2]Daniel Aguilar, [3]Roger Soto Condori
[1]INIAF – Chuquisaca, [2]GIZ – PROAGRO, [3]UMRPSFXCH

Resumen

El trabajo de investigación, se estableció en el Centro de Innovación Zudañez, bajo el diseño experimental bifactorial (4x9) con arreglo en parcelas divididas bajo un diseño de bloques al azar, donde se evaluaron las variables porcentaje de emergencia, altura de planta, cobertura foliar, incidencia de plagas y rendimiento por variedad (t/ha), asimismo el riego se cuantifico el volumen de agua por cada método de riego, bajo estas características se evaluó rendimiento por variedad en los cuatro métodos de riego; siendo la variedad Cardinal de mejor respuesta alcanzando un rendimiento de 59 t/ha en el método de riego por goteo, Golden Spray 57 t/ha, aspersión 64 t/ha frente al testigo mangas multicompuertas con 48 t/ha, seguida de las variedades Pukara, Desiree, Única Roja, Ágata, Única Blanca, Cupido, Fripapa y Atlantic. El volumen de agua utilizada para el riego por goteo fue de 724,2 m^3/ha siendo el más eficiente, seguido del Golden spray con 1564,2 m^3/ha, aspersión de 2903,0 m^3/ha y el testigo Mangas Multicompuertas 1410.1 m^3/ha.

Palabras Clave: Métodos de riego, Variedades industriales de papa,

Abstract

The research was set in the center of innovation Zudañez under the bifactorial experimental design (4x9) split plot under a design randomized block where the variables emergence percentage, plant height, leaf cover, incidence of assessed plots pests and yield by variety (t/ha), irrigation is also quantified volume of water for each irrigation method under these characteristics have been evaluated yields per variety in the four irrigation methods; with the Cardinal variety of best response reaching a yield of 59 t / ha in the method of drip irrigation, Golden Spray 57 t/ha, spray 64 t/ha compared to the control multicompuertas sleeves with 48 t / ha, followed by varieties Pukara, Desiree, Unica Roja, Agata, Única Blanca, Cupido, Fripapa and Atlantic. The volume of water used for drip irrigation was 724.2 m^3/ha being the most efficient, golden spray of 1564.2 m^3/ha, spray 2903.0 m^3/ha and the control treatment Mangas Multicompuertas 1410.1 m^3/ha.

Keywords: Methods of irrigation, industrial varieties of potatoes

Introducción

En Bolivia la papa es tradicionalmente cultivada en pequeñas superficies en la región andina ocupando una superficie de 126.942 has, principalmente en el Altiplano, valles, valles interandinos y Mesotérmicos (INE, 2012).

La producción de papa alcanzó a 1.029.509 TM, lo cual representa la principal fuente de ingresos de al menos 200 mil familias en la fase productiva, industrial y comercial; a pesar de la gran importancia en el país el cultivo de papa, enfrenta baja producción y productividad con rendimiento promedio de 5.76 t/ha; mientras en el departamento de Chuquisaca según el informe final de estadística agropecuaria 2014-2015 el departamento de Chuquisaca cuenta con 58.197 familias productoras del cultivo de papa, en una superficie de 35.186

ha, con rendimiento promedio de 6.45 t/ha, con producción de 246.622 TM. (Cervantes, 2015).

La baja producción de papa tiene diferentes causas entre ellas es el cambio climático, especialmente la sequía relacionada con el estrés hídrico por falta de agua, sin embargo en los últimos años se ha registrado (2012), 5.669 sistemas de riego en el país, de diversos tamaños y características, regando 303.000 hectáreas lo cual beneficia a 283.000 familias de agricultores en las zonas secas de 215 municipios de siete departamentos del país Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Santa Cruz y Tarija (VRHR-PROAGRO, 2012). La falta de riego parcelario en las diferentes zonas productoras de papa, se añade suelos pobres en materia orgánica, variedades con bajo potencial de rendimiento, semilla de baja calidad, cultivo en zonas montañosas sin acceso a mecanización, factores bióticos (plagas, enfermedades) y abióticos (heladas, granizo y sequía).

El 97 % de la agricultura bajo riego en Bolivia, se utiliza el método de inundación/gravedad existiendo 5.627 sistemas y el área regada es de 294.481 ha, sin embargo, en los últimos años se viene implementando métodos de riego tecnificado parcelario como aspersión y goteo, llegando a cerca de nueve mil hectáreas que representa el 3% del área regada. El riego por aspersión con (273 sistemas, área regada 8.782 ha), y goteo con (18 sistemas, área regada 658 ha). En el departamento de Chuquisaca el método de riego por gravedad fue de 747 sistemas con área regada de 29.515 ha, mientras por aspersión 5 sistemas con un área regada de 195 has, el riego por goteo con un sistema regando 5 has, beneficiando a 21.071 familias de regantes (VRHR-PROAGRO, 2012). En el trabajo de investigación se evaluaron cuatro métodos de riego tecnificado, los mismos son una alternativa frente al cambio climático para minimizar el efecto de la sequía.

El objetivo general del presente trabajo fue:

- Evaluar el efecto de cuatro métodos de riego tecnificado parcelario en el rendimiento de variedades industriales de papa, en el Centro Innovación Zudañez del INIAF, Municipio Zudáñez, departamento de Chuquisaca.

En cuanto a los objetivos específicos planteados:

- Evaluar el rendimiento de nueve variedades industriales de papa, con la implementación de cuatro métodos de riego (Goteo, Aspersión, Mangas Multicompuertas y Golden Spray).
- Determinar el beneficio costo de cuatro métodos de riego en nueve variedades industriales de papa.
- Determinar la eficiencia de los métodos de riego implementado en el cultivo.

Materiales y métodos

Localización

El presente trabajo se realizó en el municipio de Zudañez, del departamento de Chuquisaca, en el Centro de Innovación Zudañez del (INIAF), en coordinación con la cooperación de Deutsche Gesellschaft fur Internatinale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, a solicitud de la red de semilleristas de papa del departamento, especialmente de la cuenca Zudañez del municipio de Zudañez.

El Centro de Innovación Zudañez, geográficamente se encuentra a una latitud de 18º42º42°, longitud 60º41º15º y una altura de 2400 m.s.n.m; con precipitación efectiva media de 485,4 mm, temperatura media de 16.10ºC, máxima de 23.81ºC y la mínima de 8.50ºC, según registros de 20 años (1992-2012), (Estación Meteorológica Zudañez 2013).

Diseño Experimental

El trabajo se estableció en un experimento bifactorial (4x9), con arreglo en parcelas divididas, bajo un diseño de bloques al azar, donde el factor A fueron los métodos de riego y el factor B, fueron las variedades industriales de papa en cuatro repeticiones. Factor A (a1 Riego por mangas multicompuertas, a2 riego por goteo, a3 riego por golden spray, a4 riego por

aspersión), Factor B (b1 Ágata, b2 Atlántic, b3 Cardinal, b4 Cupido, b5 Desiree (testigo), b6 Fripapa, b7 Pucara, b8 Única Blanca y b9 Única Roja. El análisis estadístico se realizó en el paquete estadístico InfoStat.

Resultados y discusión

Determinación del rendimiento de variedades industriales de papa, con implementación de métodos de riego.

Análisis de indicadores de rendimiento en desarrollo de cultivo

Cuadro 1. Análisis de varianza de porcentaje de emergencia a los 45 días después de la siembra, Altura de planta y cobertura foliar bajo cuatro métodos de riego parcelario

Fuente de variación	G. L.	CM % Emergencia (45 días)	CM Altura de planta	CM Cobertura foliar
Bloque	3	73,47	112,79	601,06
Métodos de riego (A)	3	18461,14**	2993,60**	8116,54**
Variedades de papa (B)	8	2836,40**	760,10**	2189,12**
Interacción (A*B)	24	451,59**	49,84NS	101,08NS
Error Experimental	96	70,21	32,28	142,1
Total	143	143	143	143
CV		13	12	17

NS= no significativo; *= significativo; **= altamente significativo.

Según al análisis de varianza, existe diferencias altamente significativas entre los métodos de riego, asimismo existe diferencias altamente significativas entre las variedades industriales de papa, como también en la interacción de métodos con las variedades, con un coeficiente de variación de 13% de confiabilidad, para el porcentaje (%) de emergencia, altura de planta (12%) y cobertura foliar (17 %).

Cuadro 2. Prueba de medias de LSD Fisher para incidencia del % de emergencia, Altura de planta, Cobertura foliar en variedades industriales de papa.

Variedad	Media Incidencia % Emergencia (45 días)	Media Incidencia Altura de planta	Media Incidencia Cobertura Foliar
Desiree	77^{a}	55^{a}	88^{a}
Atlantic	55^{cd}	44^{c}	62^{d}
Ágata	43^{e}	34^{d}	42^{e}
Fripapa	69^{b}	49^{b}	62^{d}
Única Blanca	53^{d}	47^{bc}	69^{cd}
Pucara	77^{a}	54^{a}	85^{a}
Cardinal	80^{a}	56^{a}	81^{ab}
Cupido	61^{c}	44^{c}	71^{c}
Única Roja	76^{a}	50^{b}	$76b^{c}$

Según el cuadro 2 mientras en el cuadro 2 las variedades con mayor emergencia a los 45 días, fueron las variedades Cardinal (80%), Pucara (77%), Desiree 77% (Testigo), Única Roja 76%, seguido de la variedad Fripapa, Cupido, Atlántic, Unica Blanca y Ágata con 43% de emergencia.

Según el cuadro 3 la prueba de medias LSD Fisher al 5% de significancia, no existen diferencias estadísticas entre los métodos de riego Goteo (56 cm) y Golden Spray (55 cm), siendo estas dos similares estadísticamente frente al riego por Aspersión y Testigo, que alcanzaron apenas 44 a 37 cm de altura de planta, mientras en el cuadro 2 las variedades con mayor altura fueron la variedad Cardinal (56 cm), Desiree (55 cm), Pucara (54 cm), mientras las variedades Unica roja, Fripapa, Unica blanca Atlántic, Cupido, y Ágata, alcanzaron de 34 a 50 cm de altura de planta hasta plena floración del cultivo.

Cuadro 3. Prueba de medias de LSD Fisher para el riego por goteo, Golden spray, Aspersión y mangas multicompuertas en variedades industriales de papa.

Variedad	Media Incidencia % Emergencia (45 días)	Media Incidencia Altura de planta	Media Incidencia Cobertura Foliar
Goteo	87[a]	56[a]	86[a]
Golden Spray	83[b]	55[a]	83[a]
Aspersión	53[b]	44[b]	64[b]
Mangas multicompuertas (Testigo)	40[c]	37[c]	54[c]

En la cobertura foliar para la prueba de media LSD Fisher al 5% de significancia, no existen diferencias estadísticas entre los métodos de riego Goteo (86%) y Golden Spray (83%), de mejor efecto sobre el desarrollo foliar, sin embargo, tienen menor cobertura foliar en el riego por Aspersión (64%) y Testigo (54%). Entre las variedades que tienen mayor cobertura foliar a los 60 días, fue la variedad Desiree-testigo (88%), Pucara (85%), con un comportamiento similar, seguido por las variedades Cardinal, Única roja, Cupido, Única blanca, Atlántic, Fripapa y ágata que alcanzaron de 52 a 81% de porcentaje de cobertura foliar.

Incidencia de plagas, método de riego en el desarrollo vegetativo y la cosecha

Para la incidencia de plagas se ha evaluado tomando en cuenta escalas por plaga y/o enfermedad de 1 a 9, siendo 1 libre de plagas y 9 con mayor grado de ataque, las cuales fueron codificados para el análisis estadístico.

Cuadro 4. Análisis de Varianza del tizón, polilla en etapa de desarrollo vegetal e incidencia a la cosecha del tizón polilla y Rhyzoctonia

Fuente de variación	G. L.	CM Incidencia Tizón (50 días)	CM Incidencia Polilla (50 días)	CM Incidencia Tizón en floración	CM Incidencia Polilla a la cosecha	CM Incidencia Ryzoctonia a la cosecha	CM Incidencia Tizón a la cosecha
Bloque	3	0,27	0,03	0,40	0,30	0,14	0,34
Métodos de riego (A)	3	1,06 **	0,21 *	3,60 **	1,30 *	5,36 **	21,79**
Variedades de papa (B)	8	0,45 NS	0,05 NS	1,84 **	0,30 NS	17,42 **	29,93**
Interacción (A*B)	24	0,19 NS	0,11 NS	0,79 NS	0,45 NS	5,51**	13,78**
Error Experimental	96	0,22	0,08	0,52	0,48	0,64	1,06
Total	143	143	143	143	143	143	143
CV		17	25	26	21	22	19

NS= no significativo; *= significativo; **= altamente significativo.

En la etapa de desarrollo vegetal, según el análisis de varianza la incidencia del tizón a los 50 días, presentó diferencia altamente significativa para los métodos de riego, mientras las variedades e interacción no se observa diferencias, con un coeficiente de variación de 17% de confiabilidad; mientras la incidencia en la etapa de floración fue altamente significativo en métodos de riego y variedades con un coeficiente de variación de 26 % ; asimismo para la incidencia de la polilla en campo solo se tiene significancia en los métodos de riego con un coeficiente de variación de 25 %.

Asimismo, se ha evaluado la influencia final de las plagas a la cosecha, en la cual el análisis de varianza muestra diferencias significativas entre los métodos de riego, pero no tiene influencia en las nueve variedades industriales de papa y la interacción de métodos de riego por variedades de papa con un coeficiente de variación 21% de confiabilidad. También para la incidencia de la Ryzoctonia, existe diferencia altamente significativa entre los métodos de riego, las variedades industriales de papa, como la interacción de métodos de riego variedades de papa, con un coeficiente de variación 22% de confiabilidad. Mientras la incidencia del tizón a nivel de tubérculos, se observa que existe diferencia altamente significativa entre los métodos de riego, variedades industriales de papa, como la interacción con un coeficiente de variación 19% de confiabilidad.

Cuadro 5. Prueba de medias de LSD Fisher para incidencia de la Polilla, Tizón y Ryzoctonia en desarrollo vegetal y cosecha en variedades industriales de papa

Variedad	Media Incidencia Tizón (Phytophthora infestans) a los 50 días	Media Incidencia Polilla (Symmetrischema tangolias) a los 50 días	Media Incidencia Tizón (Phytophthora infestans) en floración	Media Incidencia Polilla (Symmetrischema tangolias) a la cosecha	Media Incidencia Rhyzoctonia (Rhizoctonia Solani) a la cosecha	Media Incidencia Tizón (Phytophthora infestans) a la cosecha
Desiree	$1{,}6^{a}$	$1{,}2^{a}$	$2{,}0^{ab}$	$1{,}4^{a}$	$2{,}0^{c}$	$6{,}2^{ab}$
Atlantic	$1{,}6^{a}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}7^{bcd}$	$1{,}1^{a}$	$3{,}1^{b}$	$6{,}0^{b}$
Ágata	$1{,}4^{ab}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}8^{bc}$	$1{,}3^{a}$	$1{,}4^{d}$	$5{,}1^{c}$
Fripapa	$1{,}3^{ab}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}8^{bc}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}6^{cd}$	$2{,}4^{e}$
Única Blanca	$1{,}3^{ab}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}2^{d}$	$1{,}4^{a}$	$4{,}1^{a}$	$6{,}2^{ab}$
Pucara	$1{,}3^{ab}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}4^{cd}$	$1{,}3^{a}$	$1{,}9^{c}$	$6{,}9^{a}$
Cardinal	$1{,}3^{ab}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}4^{ab}$	$1{,}2^{a}$	$2{,}1^{cd}$	$6{,}0^{b}$
Cupido	$1{,}1^{b}$	$1{,}1^{a}$	$2{,}4^{a}$	$1{,}1^{a}$	$1{,}8^{cd}$	$4{,}2^{d}$
Única Roja	$1{,}0^{b}$	$1{,}0^{a}$	$1{,}6^{bcd}$	$1{,}1^{a}$	$4{,}0^{a}$	$4{,}5^{cd}$

Según la prueba de medias LSD Fisher al 5% de significancia para la incidencia del tizón a los 50 días después de la siembra tiene diferencias entre los métodos de riego por goteo, pero no existen diferencias entre Mangas multicompuertas, Aspersión y Golden Spray en estos métodos de riego se presentan mayor incidencia del tizón por la humedad generada en el ambiente, a diferencia del riego por goteo donde la incidencia fue mínima. Asimismo, para la incidencia de polilla en campo entre los métodos de riego por goteo, Golden spray y aspersión no existe diferencias frente al riego por Mangas multicompuertas donde se observó mayor incidencia de la polilla; sin embargo en la cosecha las variedades no muestra diferencias del ataque de la polilla, pero entre los métodos de riego Golden spray y aspersión controlan mejor por la presencia de las gotas de agua en las hojas que afecta directamente la presencia de polilla.

Cuadro 6. Prueba de medias de LSD Fisher para incidencia de la Polilla, Tizón y Ryzoctonia en desarrollo vegetal y cosecha en cuatro métodos de riego

Variedad	Media Incidencia Tizón (*Phytophthora infestans*) a los 50 días	Media Incidencia Polilla (*Symmetrischema tangolias*) a los 50 días	Media Incidencia Tizón (*Phytophthora infestans*) en floración	Media Incidencia Polilla (*Symmetrischema tangolias*) a la cosecha	Media Incidencia Rhyzoctonia (*Rhizoctonia Solani*)a la cosecha	Media Incidencia Tizón (*Phytophthora infestans*) a la cosecha
Mangas Multicompuertas	$1{,}5^{a}$	$1{,}2^{a}$	$1{,}5^{bc}$	$1{,}4^{a}$	$2{,}9^{a}$	$4{,}2^{c}$
Aspersión	$1{,}4^{a}$	$1{,}1^{b}$	$2{,}1^{a}$	$1{,}0^{ab}$	$2{,}4^{b}$	$5{,}7^{ab}$
Golden Spray	$1{,}3^{a}$	$1{,}1^{b}$	$1{,}8^{ab}$	$1{,}1^{ab}$	$2{,}0^{c}$	$5{,}9^{a}$
Goteo	$1{,}1^{b}$	$1{,}0^{b}$	$1{,}4^{c}$	$1{,}4^{a}$	$2{,}4^{b}$	$5{,}3^{b}$

La incidencia de la Ryzoctoniasis fue importante para la enfermedad en los métodos de riego, existiendo diferencias entre los métodos, en el riego por multicompuertas se pudo observar incidencia de Rizoctoniasis hasta del 20%, aspersión, goteo 10% de incidencia, mientras el riego que incide menos es el Golden spray. Entre las variedades de papa con mayor susceptibilidad son Única blanca y Única Roja con 30% en el descarte. También se ha tomado en cuenta la incidencia del tizón a nivel de tubérculos donde se observa que existen diferencias entre riego por Golden Spray con incidencia del 50% del descarte, mientras el riego por mangas multicompuertas presentó 30%. Entre las variedades de papa la incidencia de tizón se presentó en la variedad Pucara con 60% y en las otras variedades con menor incidencia del tizón.

Rendimiento en variedades industriales de papa con cuatro métodos de riego

En el cuadro 7 se observa que existen diferencias altamente significativas entre los métodos de riego, variedades industriales de papa, como en la interacción de métodos de riego por variedades de papa para el rendimiento (t/ha.) con un coeficiente de variación 19% de confiabilidad.

Cuadro 7. Análisis de varianza de rendimiento de las variedades de papa

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Cal.	F Tab.	
					5%	1%
Bloque	3	421,58	140,53	3,21	2,70	3,97
Métodos de riego (A)	3	8140,30	2713,43	62,08 **	2,70	3,97
Variedades de papa (B)	8	31033,72	3879,22	88,75 **	2,03	2,68
Interacción (A*B)	24	5865,89	244,41	5,59 **	1,62	1,97
Error Experimental	96	4589,67	43,71			
Total	143	50051,16				
CV	19	%				

NS= no significativo; *= significativo; **= altamente significativo.

Según el grafico 1 de prueba de medias LSD Fisher al 5% de significancia entre los métodos de riego, existen diferencias en el riego por goteo alcanzando el mejor rendimiento (43 t/ha), mientras en el método de riego Golden Spray (37 t/ha) y Aspersión (36 t/ha) el comportamiento es similar, por último el riego por mangas multicompuertas (23 t/ha) es el de menor rendimiento. Entre las variedades de papa los mayores rendimiento

obtenidos fueron la variedad Cardinal (57 t/ha) y Desiree-testigo (53 t/ha) siendo similares, por debajo está la variedad Pucara (48 t/ha), Única Roja (41 t/ha), Cupido (30 t/ha), Atlántic (27 t/ha), Única Blanca (25 t/ha), Ágata (16 t/ha) y Fripapa (15 t/ha).

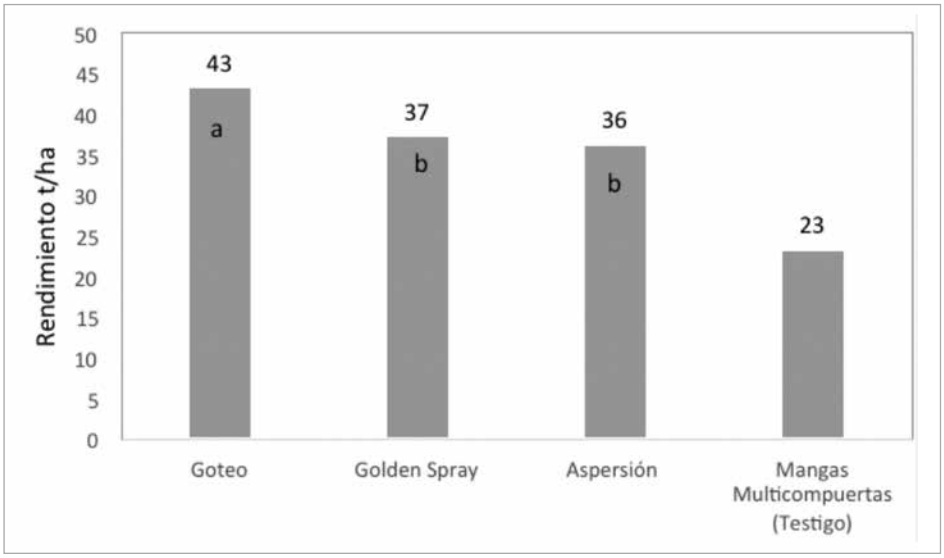

Gráfico 1. Prueba de medias por LSD Fisher para el rendimiento de métodos de riego.

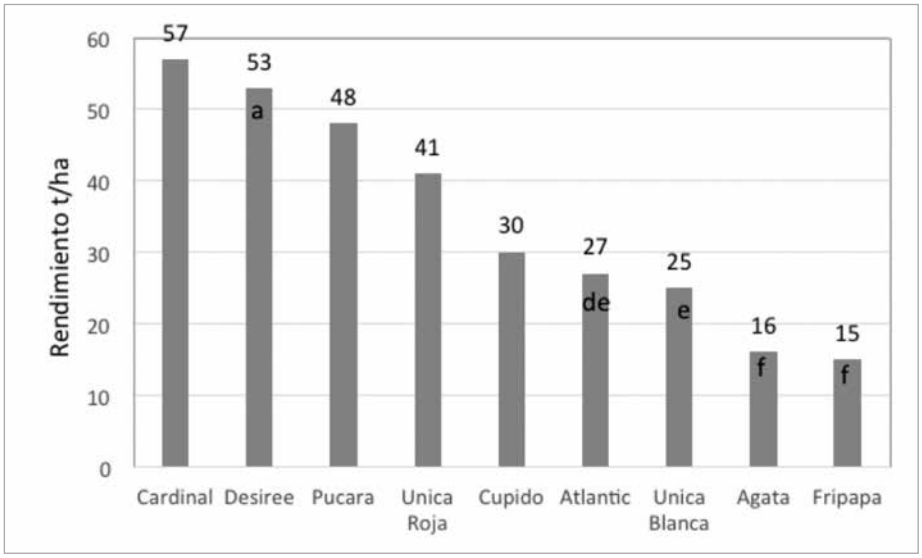

Gráfico 2. Prueba de medias por LSD Fisher para el rendimiento de papa.

Beneficio costo de cuatro métodos de riego en nueve variedades industriales de papa

Para el análisis económico se ha tomado en cuenta los costos de producción, desde la siembra hasta la cosecha y sus costos variables por instalación de los cuatro métodos de riego parcelario como se menciona en el cuadro.

Cuadro 8. Relación Beneficio/Costo en cuatro métodos de riego

Variedades industriales de papa	B/C en métodos de riego (Bs)			
	Goteo	Golden Spray	Aspersión	Mangas Multicompuertas (testigo)
Ágata	3,07	1,81	0,23	-0,66
Atlántic	5,17	2,50	2,55	0,93
Cardinal	7,08	6,36	7,17	6,07
Cupido	6,03	4,40	2,29	-0,33
Desiree (testigo)	6,32	6,18	6,39	5,27
Fripapa	1,02	0,95	0,04	1,90
Pucara	5,93	5,91	5,22	5,11
Única Blanca	4,19	1,40	3,33	0,58
Única Roja	5,91	5,45	4,11	2,19

En el cuadro 8 se observa que la variedad Cardinal tiene un beneficio neto de 7.08 Bs por cada boliviano invertido en el riego por Goteo, mientras en el riego por Golden Spray 6.36 Bs, riego por Aspersión 7.17 Bs, y en el riego por Mangas Multicompuertas de 6.07 Bs; esto nos muestra que además del riego la variedad tiene un buen potencial genético, seguido de la variedad Desiree, Pucara, Única Roja

Eficiencia de los métodos de riego implementado en el cultivo de papa.

Volumen de agua

En el cuadro 9 se observan que el método de riego por Goteo es el que requiere menor volumen de agua llegando a 724,2 m^3/ha, seguido por Mangas Multicompuertas con 1410.1 m^3/ha, Golden Spray 1564.2 m^3/ha y Aspersión con 2903.04 m^3/ha

Cuadro 9. Volumen de agua necesario por método de riego

Métodos de riego	Lamina total regada (mm)	Precipitación efectiva (mm)	Lamina total (mm)	Lamina total (m^3)	volumen total regada cultivo (l/ha)	volumen total regada cultivo (m^3/ha)
Goteo	141,43	385,90	527,33	73,83	724.185,00	724,19
Mangas Multicompuertas	141,00	385,90	526,90	197,59	1.410.048,00	1.410,05
Golden Spray	156,42	385,90	542,32	203,37	1.564.160,00	1.564,16
Aspersión	290,30	385,90	676,20	253,58	2.903.040,00	2.903,04

Nivel de humedad de suelo

En el grafico 2, se muestra las lecturas de la humedad del suelo con tensiómetros que están instalados a 25 y 35 cm de la superficie del suelo donde se tiene la mayor masa radicular con el objetivo de identificar cuando debería iniciarse el riego para lo cual se observa puntos entre 0-10% significa que el suelo está saturado de agua; sin embargo, cuando se encuentra de 20-25% la humedad y aireación son adecuados para el desarrollo de la planta; de 25-40% es momento de iniciar el riego.

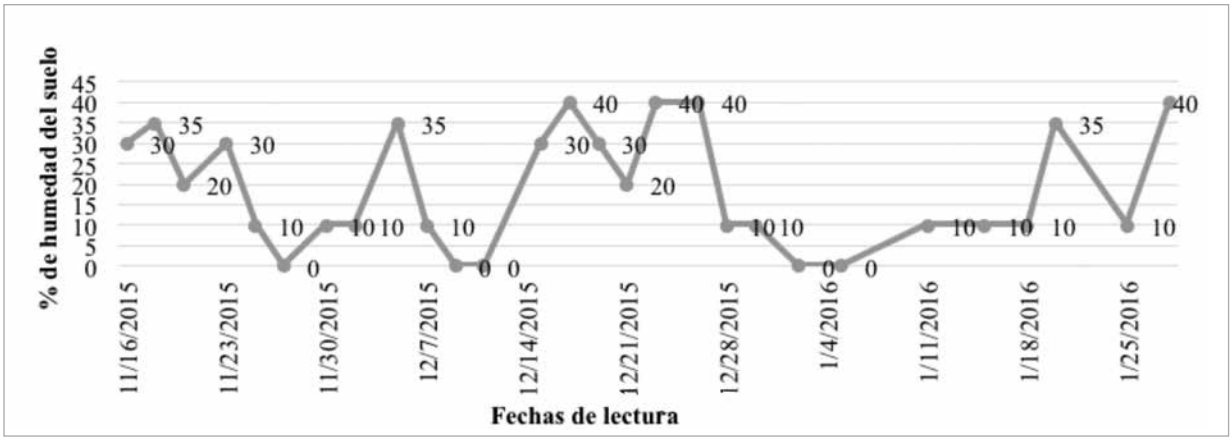

Gráfico 3. Nivel de humedad del suelo en base a lectura del tensiómetro

Programación del tiempo de riego por cada método de riego

Para la programación de riego en primera instancia se ha tomado datos de infiltración a nivel de campo, con dichos datos se ha calculado la frecuencia y el tiempo necesario de riego por cada método de riego.

Cuadro 10. Programación de frecuencia y tiempo de riego en cuatro métodos de riego

Métodos de Riego		Programación por cada método de riego			
		Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Goteo	Frecuencia de riego (días)	2	4	2	6
	Tiempo de aplicación (horas)	0,5	1	0,5	1
Golden spray	Frecuencia de riego (días)	5	4	2	6
	Tiempo de aplicación (horas)	1	1,5	1,2	1,5
Aspersión	Frecuencia de riego (días)	5	4	2	6
	Tiempo de aplicación (horas)	2	4	3	4
Mangas multicompuertas (testigo)	Frecuencia de riego (días)	5	5	5	5
	Tiempo de aplicación (horas)	1,3	1,5	1,5	1,5

Conclusiones

Los componentes del rendimiento fueron influenciados por los cuatro métodos de riego en el porcentaje de emergencia, altura de planta, cobertura foliar, incidencia de plagas como la Polilla (*Symentrischema tangolias*), Tizón (*Phytophthora infestans*) y Rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), lo cual se traduce en rendimiento donde la variedad Cardinal alcanzó los mejores rendimientos 64 t/ha por Aspersión, (59 t/ha) método de riego por goteo, 57 t/ha en Golden spray, y 48 t/ha en mangas multicompuertas seguida de la variedad Desiree, Pucara y Única Roja.

En la relación beneficio/costo la variedad Cardinal tiene un retorno de Bs. 7.17 con método de riego por aspersión Bs.7.08 con riego por Goteo, Bs. 6.36 con riego Golden spray y Bs. 6.07 con riego por mangas multicompuertas.

El método de riego por goteo más eficiente por lámina total regada fue de 141,3 mm,

seguida de golden spray con 156,4 mm, aspersión de 290,3 mm y mangas multicompuertas, mientras que el volumen total de agua para riego por goteo de 724,19 m^3/ha, seguida del método Golden spray (1564,16 m^3/ha), Aspersión de 2903,04m^3/ha y mangas multicompuertas.

Referencia citadas

- Carvajal, F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. 2 ed. Instituto Internacional de la Potasa, Berna, Suiza. 253 p. Tesis: Yah Correa, EV. 1998. Crioconservación de sus pensiones celulares embriogénicas de Musa spp. Iniciadas a partir de flores inmaduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 77 p.
- Canqui, F y Morales E. 2009. Conocimiento local en el cultivo de papa. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. 267.
- Matheus F. 2011. Diseño de un sistema de riego por aspersión para el cultivo de papa.
- Horton, D. E. 1986. La papa en los países en desarrollo. Revista latinoamericana de la papa. p. 9 – 17.
- Calderón J. Altamirano O. Reyes E. Chumacero R. Buergo W. Belmonte I. 2015. Control químico de plagas en el cultivo de la papa. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Bolivia, Sucre Bolivia p.6
- Calderón J. Altamirano O. Reyes E. Chumacero R. Buergo W. Belmonte I. INIAF, 2015. Introducción de variedades de papa aptas para la industria, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Bolivia Sucre Bolivia p.12
- Martínez, C. y Huaman, C. 1987. Programa papa "Aspectos fisiológicos en el cultivo de papa". Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú. p. 37.
- Soto, H. 1997. Oportunidad de riego según el acceso al agua en las comunidades de Pucara y Larasuyu de la provincia Punata. Tesis de grado Lic. Ing. Agrónomo. Universidad Mayor de San Simón (UMSS). Cochabamba, Bolivia. p. 88.
- VRHR-PROAGRO, 2012. Inventario nacional de sistemas de riego
- Zeballos, H. 1997. Aspectos económicos en la producción de papa en Bolivia. Lima
- http://www.fisicanmet.com.ar/monografias.
- http:www.Omega.ILCE.EDU.mx:3000/sites/ciencia/volumen1/ciencia2.
- http://www.abhiosa.com.mx/riego-por-goteo/cintilla.html
- Revista Latinoamericana de la papa (ALAP), 2001 Lima Perú
- Gandarillas A. *et al*., 2009. Compendio de enfermedades, insectos, nematodos, y factores abióticos que afectan al cultivo de papa en Bolivia, Fundación PROINPA. Cochabamba - Bolivia. P. 181