

Artículo de investigación

Evaluación del efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones promisorios de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et. Buk) en Mutiscua, Norte de Santander

Evaluation of the effect of fertilization on the yield of four promising Creole potato clones (*Solanum phureja* Jud. Et. Buk) in Mutiscua, Norte de Santander

Latorre Araque Carlos A.¹; Villamizar Quiñones César²

¹Agropecuaria Latorre. Pamplona, Colombia. Código Postal 543050. Correo electrónico: canaraque@hotmail.com;

²Departamento de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Pamplona (Pamplona, Colombia). Ciudadela Universitaria, Pamplona, Colombia. Código Postal 543050. Correo: csvillamizarquiones@unipamplona.edu.co +57-3104487711.

RESUMEN

Este trabajo de investigación se realizó para evaluar el efecto de la fertilización en cuatro clones promisorios de papa criolla en el municipio de Mutiscua, la finca donde se ejecutó el estudio está ubicada a 2750 msnm y una temperatura promedio de 14 °C, los materiales se seleccionaron por el rendimiento superior en ensayos anteriores realizados en la zona, estos fueron el clon 2, 5, 9 y como testigo la variedad Colombia (Clon 1). Para determinar la dosis de fertilización se tuvo en cuenta el análisis de suelo, en base a los resultados se trabajó con cuatro dosis, la primera dosis recomendada por el agricultor, la segunda dosis: 50 % más que el análisis de suelo; la tercera dosis: a partir del análisis de suelo y la cuarta dosis: 25 % menos que el análisis de suelo; la aplicación del fertilizante se aplicó en el momento de la siembra y en el desyerbe. Se evaluaron variables morfológicas claves como la altura de planta, número de tallos, grosor y el área foliar, cuando el cultivo se encontraba en plena floración. En cuanto al rendimiento se evaluaron el número y peso de los tubérculos clasificándose en cuatro categorías cero, primera, segunda y riche. Se encontró que no hay diferencia significativa entre los clones evaluados, comportándose muy parecidos en cuanto al rendimiento, sin embargo, los clones que presentaron mayor rendimiento son el clon 5 con (21,76 t/ha) y el 9 con 21,59 t/ha. Para determinar la mejor dosis de fertilizante, se realizó un análisis de rentabilidad que identifica a la dosis 4 como la de mejor comportamiento con 207,87 %.

Palabras clave: clones, fertilización, papa criolla, rendimiento, Solanun phureja.

ABSTRACT

This research was carried out to evaluate the effect of fertilization on four promising clones of potato criolla in the municipality of Mutiscua, the farm where the study was carried out is located at 2750 msnm and an average temperature of 14 °C, the materials are Selected for the superior performance in previous tests performed in the area, these were clone 2, 5, 9 and as a control the Colombia variety (Clone 1). To determine the fertilization dose, soil analysis was taken into account, based on the results, four doses were used: the first dose recommended by the farmer; the second dose: 50% more than soil analysis; The third dose: from soil analysis and the fourth dose: 25% less than soil analysis; The fertilizer application was applied at the time of sowing and weeding. Key morphological variables such as plant height, number of stems, thickness and leaf area were evaluated when the crop was in full bloom. In terms of yield, the number and weight of the tubers were classified into four categories zero, first, second and riche. It was found that there was no significant difference between the clones evaluated, behaving similar in performance, however the clones that showed the highest performance were clone 5 with (21.76 t / ha) and 9 with 21.59 t / he has. To determine the best fertilizer dose, a cost-benefit analysis was performed that identified dose 4 as the best performing with 207.87%.

Keywords: clones, fertilization, Creole potato, yield, Solanun phureja.

Recibido: 03-03-2019

Aceptado: 17-04-2019

Publicado: 17-04-2019

Introducción

El cultivo de papa es originario de la región andina de América; la papa criolla se extiende desde México hasta el norte de Chile. Perteneció taxonómicamente a la familia

Solanácea, lo que la hace susceptible a una serie de enfermedades y plagas en las que se destacan la goma *Phytophthora infestans* y la polilla guatemalteca *Tecia solanivora*, esta última la plaga más limitante.

Autor de correspondencia: Latorre Araque Carlos Agropecuaria Latorre. Pamplona, Colombia Correo: canaraque@hotmail.com

El cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) es una de las alternativas productivas más promisorias para las regiones altoandinas de Suramérica, especialmente en Colombia, gracias a su alta demanda interna y potencial de exportación (Sierra *et al.*, 2020).

Es una planta de 60 cm de alto, conformada por varios tallos herbáceos con muchas ramificaciones de donde brotan flores diversos colores dentro de los que se destacan blancas o rojas que se conservan hasta el final del ciclo y hojas compuestas de color verde oscuro. El sistema radical se conforma de raíces con ramificaciones laterales y estolones a partir de los cuales se forman los tubérculos, que son órganos de reserva de la planta. El cultivo de papa criolla requiere de suelos no pedregosos, de mediana fertilidad, con buena estructura granular, textura franca, sin capas compactas, buena retención de humedad y buen drenaje (Vega, 2015).

Según Gallo *et al.* (2019) en Colombia, este cultivo es la principal actividad agrícola de las zonas andinas y comprende cerca de 132 161 ha distribuidas en diez departamentos y 283 municipios, con un rendimiento promedio de 21 t/ha; las variedades más cultivadas son Pastusa Suprema (29,7 %), Diacol Capiro (25,7 %), Parda Pastusa (13 %), Ica Única (10,5 %) y Criolla Colombia (6,4 %).

En el país el cultivo de papa criolla para el año 2014 se desarrolló en un área de 9.954 hectáreas con una producción de 12,61 t/ha (Agronet, 2014), de las cuales la papa diploide representa aproximadamente el 6% del área sembrada, con exportación cercanas a 1.000 t/año (Fedepapa, 2014).

Colombia es el mayor productor, consumidor y exportador de papas diploides en el mundo; tiene una ventaja competitiva notable debido a ser centro de diversidad y poseer gran aceptación por los consumidores debido a las características organolépticas y nutricionales del tubérculo (Sierra *et al.*, 2017).

Debido a la importancia de la papa criolla para nuestro país y departamento, el estudio se llevará a cabo en el municipio de Mutiscua, departamento de Norte de Santander, vereda San Agustín, a una altura de 2.765 m.s.n.m. Es un municipio que se caracteriza en la producción agrícola de hortalizas y tubérculos en las que se encuentra la papa, su población

mayoritaria se encuentra en la zona rural, catalogado como el primer productor de hortalizas de clima frío del departamento de Norte de Santander (Herreño, 2015). Como producto de las investigaciones realizadas por Herreño (2015) en esta localidad, se identifican tres clones promisorios a los cuales se les va a determinar el mejor nivel de fertilización teniendo en cuenta la tecnología del productor y el análisis de suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización en el rendimiento de cuatro clones de papa *Solanum phureja*.

Materiales y métodos

Ubicación

El estudio se realizó en el municipio de Mutiscua (Norte de Santander – Colombia), vereda San Agustín, Finca Villa Rica, propiedad del Sr. Evaristo Pulido. La finca tiene un área total de 30 hectáreas. La finca está situada en las coordenadas 07°21.1451" Latitud Norte; 072°43.296" Longitud Oeste. Con una altitud de 2765 msnm (GPSMAP 62sc).

De acuerdo con la interpretación del análisis de suelo, la localidad donde se evaluó los materiales presenta una textura franco-arenosa, con un pH fuertemente ácido de 4,10; con 5,14 cmol/kg de aluminio intercambiables (restrictivo), un porcentaje de materia orgánica media, con niveles de potasio y fósforo altos.

Datos del material vegetal

Los clones de papa utilizados en el ensayo son nativos traídos de accesiones colectados por CORPOICA que no pertenecen a la región de Norte de Santander. Basándonos en los estudios realizados de Herreño (2015) y Villamizar (2015) señalan 3 clones, que presentaron unos resultados que superan el rendimiento promedio departamental (21,5 t/ha, decidiendo trabajar con 3 materiales clon 2, 5 y 9 y como testigo se trabajó con la variedad Colombia. En la tabla 1 se relacionan los datos de cada materia vegetal nativo de papa criolla que se estudiaron. A cada uno se le proporcionó un nombre experimental para mayor entendimiento en los datos y claridad para el agricultor.

Tabla 1. Datos de los materiales utilizados

Nombre Experimental	Identificación del Genotipo (Registro)	Origen de Cosecha
CLON 2	15062515	Corregimiento el Encano, municipio de Pasto, Nariño
CLON 5	15062586	Municipio de Güicán, Boyacá
CLON 9	15062594	Corregimiento el Encano, municipio de Pasto Nariño
Testigo (Material convencional)	Variedad Criolla Colombia	Variedad nativa diploide. Selección clonal de la población de morfotipos de tubérculos redondos amarillos colombianos de <i>S. phureja</i> .

Fuente: Autores

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; la unidad experimental es una parcela con tres surcos de 5 metros de largo cada uno, con una distancia entre

surcos de 0,80 m y distancia entre plantas de 0,30 m utilizando una dosis de fertilización diferente en cada parcela. Para un total de 48 tubérculos por parcela y 576 tubérculos por clon en las tres repeticiones.

El manejo agronómico se realizó teniendo en cuenta la tecnología local de producción utilizada por el agricultor de la zona y se comparan niveles de fertilización.

Preparación del terreno

Previó a la siembra se realizó la ubicación, medición y preparación del terreno con motocultor. Se incorporó quince días antes en la preparación del terreno 600 kg/ha de cal dolomita (esto debido a los altos contenidos de Al intercambiable)

Fertilización edáfica

En la tabla 2 se observa las dosis de fertilización que se aplicaron a las parcelas:

Tabla 2. Dosis de fertilización utilizadas en el ciclo del cultivo.

Nº	Recomendaciones	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
1	Agricultor	237	155	297
2	50% > A. suelo	172	126	216
3	Análisis de suelo	115	110	144
4	25 % < A. suelo	83	86	108

A. Suelo: Análisis de suelos. Fuente: Autores

Para la aplicación del fertilizante se realizó en dos momentos de aplicación en la siembra y el deshierbe. El ensayo responde a una matriz con cuatro materiales genéticos (clon 1 como testigo, clon 2, clon 5 y clon 9) y cuatro niveles de fertilización (D1 testigo la dosis del agricultor, D2 50% por encima del análisis de suelos; D3 la recomendada por el análisis de suelos; D4 25% por debajo del análisis de suelos). Los tratamientos se distribuyeron en bloques completamente al azar y con tres replicaciones.

Recolección de datos y evaluación de campo

Para evaluar el porcentaje de germinación de cada parcela se visitó el cultivo después de 22 días de siembra. Los datos evaluados de caracterización morfológica de la planta fueron: Altura de la planta, número y grosor de tallos, largo y ancho de la hoja y área foliar. Esto se realizó con tres plantas de los surcos centrales de cada parcela es decir 144 plantas para toda la unidad experimental. La toma de datos morfológicos se realizó cuando la unidad experimental se encuentre en plena floración, es decir, el 75% de las plantas tengan flores, de igual manera el experimento será visitado con frecuencia con el propósito de monitorear plagas y enfermedades bajo las normas de manejo integrado de plagas MIP.

Análisis de la información

Se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA) de 2 factores. Donde se tuvo en cuenta los clones con 4 niveles (2, 5, 9 y testigo) utilizando como testigo variedad Criolla Colombia “Yema de Huevo”, conformado por 4 tratamientos o niveles (D1= (237 kg/ha de N, 155 kg/ha P₂O₅, 297 kg/ha K₂O), D2= (172 kg/ha de N+165 kg/ha de P₂O₅+ 216 kg/ha de K₂O), D3= (115 kg/ha de N + 110 kg/ha de P₂O₅+144 kg/ha de K₂O) y D4= (86 kg/ ha de N + 82,5 kg/ha de P₂O₅+108 kg/ha de K₂O).

La variable dependiente fue el rendimiento (t/ ha). A fin de observar la influencia que tienen las variables de tipo morfológica (altura de la planta, número y grosor de tallos, y área foliar) en el rendimiento del tubérculo se aplicó un modelo de regresión. Se utilizó un software estadístico de StatAdvisor con el fin de evaluar las variables de cada toma de datos. Para una comprobación probalística en cuanto a los resultados estadísticos se utilizó la prueba estadística ANOVA y Kruskal-Wallis. La primera en cuanto a que sirvió para comprobar si en la prueba utilizada para contrastar la hipótesis de que en las variables existía igualdad o por el contrario diferencia en los resultados obtenidos en el trabajo de campo. El segundo, se utiliza en ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias en parejas entre las medias de los niveles de los factores mientras controla la tasa de error que se especifique.

Se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles mediaeres son significativamente diferentes de otras. Se identificaron grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis donde evalúa la hipótesis de que las medianas de rendimiento dentro de cada uno de los niveles de tratamiento son iguales. Primero se combinan los datos de todos los niveles y se ordenan de menor a mayor. Luego se calcula el rango (rank) promedio para los datos de cada nivel.

Resultados

Número de tubérculos y rendimientos por categoría para cada tratamiento

En la figura 1, se presenta el número de tubérculos por categoría de acuerdo con cada tratamiento, arrojando que el mayor resultado en cuanto a número de tubérculos fue el T6 por presentar un gran número en la categoría segunda, el menor número de tubérculos se obtuvo del tratamiento 5. Al comparar los estudios realizados por (Herreño, 2015) y (Cisneros, 2015) que se hizo en la misma zona, se confirma los resultados donde la categoría segunda (diámetro entre 2 y 4 cm) para todos los clones fue superior a las categorías cero, primera y riche.

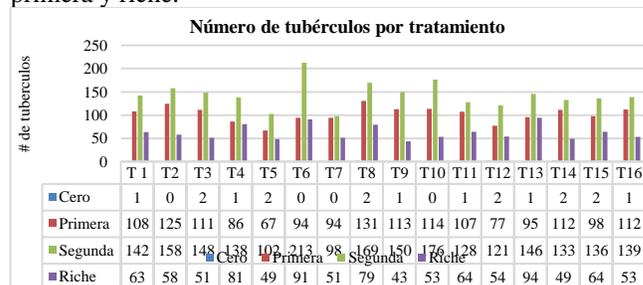


Figura 1. Número de tubérculos por categoría en cada tratamiento.

En la figura 2, se presenta el rendimiento en t/ha por cada categoría de acuerdo con el tratamiento. Se observa que el mayor peso se registra en la categoría primera en todos los tratamientos, seguido de la segunda. El tratamiento que presentó mayor peso en sus categorías fue el T2 y el que presentó menor peso en las categorías fue el T5. Los tratamientos que presentaron mayor rendimiento fueron los de mayores niveles de fertilización. Al comparar con los resultados de Herreño (2015), Villamizar (2015) y García (2016) se establece una semejanza en cuanto que la categoría primera es la que arroja mayor peso, mientras que las categorías cero y ríche no presentan un peso representativo en la producción de papa.

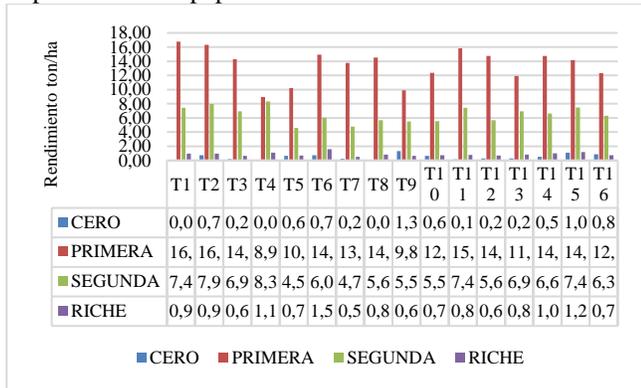


Figura 2. Comparación del peso en t/ha por categoría con cada tratamiento.

En la figura 3, se presentan las medias de los rendimientos frente a cada tratamiento, observándose que hay una relación cercana entre todos los tratamientos, por ende, no hay diferencia significativa entre los tratamientos y el rendimiento, destacándose con mayor rendimiento el tratamiento 2: clon 9 dosis 2 con 26,47 t/ha y con el menor rendimiento el tratamiento 5 que corresponde a él clon 9 dosis 3.

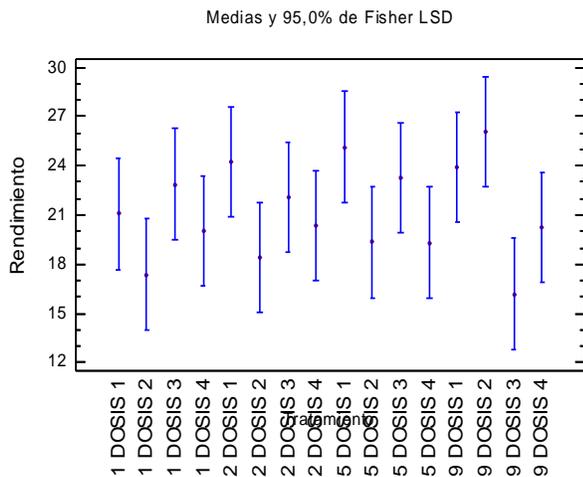


Figura 3. Comparación de medias frente a los tratamientos

En la figura 4 se observa que en los clones 2, 5 y 9 la dosis que mayor influencia en el rendimiento fue la 1, seguido de la dosis 2; la dosis 4 se comporta muy homogénea entre los materiales.

De acuerdo con los resultados anteriores se da respuesta a la hipótesis nula, ya que no existe una diferencia altamente significativa en cuanto a los clones y dosis utilizadas en las 48 parcelas.

Desde el punto de vista agronómico, existe diferencia entre los promedios y las medias entre cada clon. Se destaca todos los clones superan el rendimiento promedio en Colombia que es de 13,67 t/ha. Los clones 5 y 9 superaron el promedio departamental de 21,46 t/ha.

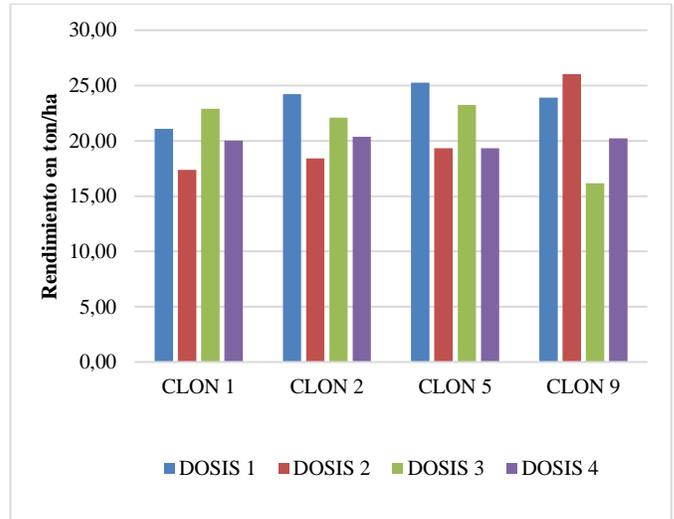


Figura 4. Comparación del rendimiento de cada clon de acuerdo con cada dosis utilizada

La tabla 4 muestra diferentes estadísticos de rendimiento para cada uno de los 16 niveles de tratamiento con sus tres repeticiones, observándose en ella que el mayor tratamiento lo recibió el clon 9 dosis 2 perteneciente al 50% > que el análisis de suelo. Seguido en cuanto al rendimiento se dieron los siguientes: clon 5 dosis 1, clon 2 dosis 1, clon 9 dosis 1, clon 1 dosis 1 perteneciente a la dosis del agricultor; clon 9 dosis 4, clon 1 dosis 4 correspondiente al 25% < que el análisis de suelo; clon 5 dosis 3, clon 1 dosis 3. Hasta aquí se puede observar que el mayor rendimiento se dio en cuanto a la dosis 1 sobresaliendo ante la dosis 2, demostrando de esta forma que, si existió diferencia agronómica entre los clones y las dosis, destacándose la dosis del agricultor. Pero no hubo diferencia estadísticamente hablando.

En cuanto al menor rendimiento se encontró en el tratamiento 5: clon 9 dosis 3 perteneciente a la dosis del análisis de suelo con un rendimiento de 16,17 t/ha superado el promedio de rendimiento nacional que se encuentra en 12,62 t/ha, seguido del clon 1 dosis 2 y clon 2 dosis 2.

Tabla 4. Resumen estadístico para rendimiento

Tratamiento	Recuento	Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Mínimo	Máximo	Rango
Clon 1 Dosis 1	3	21,0733	5,81464	27,5924%	14,71	26,11	11,4
Clon 1 Dosis 2	3	17,38	3,83305	22,0544%	12,96	19,79	6,83
Clon 1 Dosis 3	3	22,8867	3,19002	13,9383%	20,05	26,34	6,29
Clon 1 Dosis 4	3	20,01	2,56088	12,798%	18,1	22,92	4,82
Clon 2 Dosis 1	3	24,2333	2,46368	10,1665%	22,08	26,92	4,84
Clon 2 Dosis 2	3	18,41	4,01381	21,8024%	15,23	22,92	7,69
Clon 2 Dosis 3	3	22,09	4,61689	20,9004%	17,97	27,08	9,11
Clon 2 Dosis 4	3	20,3667	5,14028	25,2387%	14,44	23,61	9,17
Clon 5 Dosis 1	3	25,1467	1,75984	6,9983%	23,19	26,6	3,41
Clon 5 Dosis 2	3	19,34	6,50018	33,6101%	13,06	26,04	12,98
Clon 5 Dosis 3	3	23,24	6,94513	29,8844%	15,36	28,47	13,11
Clon 5 Dosis 4	3	19,3233	2,47436	12,805%	17,5	22,14	4,64
Clon 9 Dosis 1	3	23,9167	0,525389	2,19675%	23,31	24,22	0,91
Clon 9 Dosis 2	3	26,0467	1,31001	5,02948%	24,74	27,36	2,62
Clon 9 Dosis 3	3	16,1767	4,76946	29,4836%	11,59	21,11	9,52
Clon 9 Dosis 4	3	20,2333	1,735	8,57497%	18,23	21,25	3,02
Total	48	21,2421	4,34775	20,4676%	11,59	28,47	16,88

Fuente: Autores

En la tabla 5, el ANOVA muestra que no existe una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre la media de rendimiento entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 5. Tabla ANOVA para rendimiento por tratamiento

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	363,213	15	24,2142	1,48	0,1734
Intra grupos	525,224	32	16,4133		
Total (Corr.)	888,437	48			

Fuente: Autores

En la tabla 6 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para, la mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. En la parte superior de la página, se han identificado 4 grupos homogéneos según la alineación de las X's en columnas, que son los tratamientos que presentan XXXX, y los tratamientos 2 y 5 que presentan una X presentan diferencias en sus medias respecto a los otros tratamientos, pero no existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Tabla 6. Pruebas de Rangos Múltiple para rendimiento por tratamiento

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
Clon 9 Dosis 3	3	16,1767	X
Clon 1 Dosis 2	3	17,38	XX
Clon 2 Dosis 2	3	18,41	XXX
Clon 5 Dosis 4	3	19,3233	XXXX
Clon 5 Dosis 2	3	19,34	XXXX
Clon 1 Dosis 4	3	20,01	XXXX
Clon 9 Dosis 4	3	20,2333	XXXX
Clon 2 Dosis 4	3	20,3667	XXXX
Clon 1 Dosis 1	3	21,0733	XXXX
Clon 2 Dosis 3	3	22,09	XXXX
Clon 1 Dosis 3	3	22,8867	XXXX
Clon 5 Dosis 3	3	23,24	XXX
Clon 9 Dosis 1	3	23,9167	XXX
Clon 2 Dosis 1	3	24,2333	XX
Clon 5 Dosis 1	3	25,1467	XX
Clon 9 Dosis 2	3	26,0467	X

Fuente: Autores

Con la prueba de Kruskal-Wallis evaluó la hipótesis de que las medianas de rendimiento dentro de cada uno de los 16 niveles de tratamiento son iguales. Puesto que el valor P es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medianas con un nivel del 95,0 % de confianza (Tabla 7).

Regresión simple entre las variables de estudio

No se encontró una relación estadísticamente significativa entre el rendimiento y el calibre del tallo y entre el rendimiento y el número de tallos con un nivel de confianza de 95%. Por otro lado, se encontró una relación

estadísticamente significativa entre el rendimiento y área foliar con un nivel de confianza ($p < 0,05$).

Tabla 7. Prueba de Kruskal-Wallis para rendimiento por tratamiento

Tratamiento	Tamaño Muestra	Rango Promedio
Clon 1 Dosis 1	3	24,6667
Clon 1 Dosis 2	3	12,3333
Clon 1 Dosis 3	3	29,3333
Clon 1 Dosis 4	3	18,8333
Clon 2 Dosis 1	3	34,3333
Clon 2 Dosis 2	3	14,5
Clon 2 Dosis 3	3	26,1667
Clon 2 Dosis 4	3	22,3333
Clon 5 Dosis 1	3	37,6667
Clon 5 Dosis 2	3	19,5
Clon 5 Dosis 3	3	31,3333
Clon 5 Dosis 4	3	16,3333
Clon 9 Dosis 1	3	34,3333
Clon 9 Dosis 2	3	41,5
Clon 9 Dosis 3	3	9,66667
Clon 9 Dosis 4	3	19,1667

Fuente: Autores

En la tabla 8, se puede observar que el sistema de fertilización del agricultor (dosis1), presentó los mayores rendimientos y costos con una rentabilidad de 143,52 %. Por el contrario, la fertilización derivada de reducir en un 25% la dosis de fertilización a partir de los resultados del análisis de suelos presenta la mejor rentabilidad que alcanza el 207,8%. De esta forma el agricultor reduce sus costos de producción, minimiza el uso fertilizante y obtiene la mejor rentabilidad.

Tabla 8. Análisis de rentabilidad para cada uno de los sistemas de fertilización

Variable	Dosis 1 Agricultor	Dosis 2 50% < AS	Dosis 3 AS	Dosis 4 25% < AS
Rendimiento (kg/ha)	22.440	20.291	17.054	19.983
Costos de producción (\$/ha)	11.057.892	9.127.092	8.327.412	7.788.767
Precio pagado al productor (por kg)	1.200	1.200	\$1.200	1.200
Ingreso (\$/ha.)	26.928.000	24.349.200	20.464.800	23.979.600
Utilidad bruta (\$/ha)	15.870.108	15.222.108	12.137.388	16.190.833
Rentabilidad	143,52	166,78	145,75	207,87

AS: Análisis de suelo. Fuente: Autores

Discusión

Las variables que se correlacionaron con el rendimiento fueron: altura de la planta (14,83%), número de tallos (9,18%), calibre de tallo (1,6%) y área foliar (10,52%). El estadístico R-Cuadrado indicó una relación débil entre las variables. Arrojando un resultado distinto a los estudios realizados por (Cisneros, 2015) donde la correlación de

número de tallos, área foliar y altura de planta fue positiva, explicando que a medida que crece las variables independientes crece la variable dependiente.

El incremento de la fertilización proporciona mayores rendimientos, pero esto a su vez conlleva un incremento en los costos de producción, en este estudio las dosis recomendadas para la zona son de 86 kg/ha de N + 83 kg/ha de P205 + 108 kg/ha de K₂O, destacando la eficiencia de asimilar nutrientes de la papa criolla. Al comparar con el estudio (Muñoz y Lucero, 2008) donde el análisis económico demostró que la relación beneficio-costo no se encontraba cuando utilizaban la dosis con mayor fertilizante sino la dosis que proporcione las necesidades del cultivo para expresar un buen rendimiento y rentabilidad.

La categoría que presentó mayor rendimiento en todos los tratamientos fue la primera (diámetro > 4 y 6cm), seguida de la segunda (diámetro 2 y < 4cm) quien a su vez arrojó el mayor número de tubérculos en todos los tratamientos. El mejor rendimiento se obtuvo con el T2: clon 9, dosis 2 arrojando un rendimiento de 26,047 t/ha; seguido por los tratamientos: T1 con 25,1467 t/ha, T11 con 24,2333 t/ha, el T15, T8, pertenecientes a la dosis del agricultor. La correlación entre las variables agronómicas y el rendimiento fue débil, sin embargo, se pudo establecer que la mayor correlación fue la de altura de planta y el área foliar, donde hubo diferencia estadísticamente significativa y un grado mayor de correlación. El sistema de fertilización más rentable es el que reduce en un 25% la dosis de fertilización de los resultados del análisis de suelos, con una rentabilidad que alcanza el 207,8%. De los materiales evaluados, el clon 5 se destacó con un promedio de rendimiento de 21,76 t/ha, seguido del Clon 9 con 21,59 t/ha, quienes a su vez superaron el rendimiento departamental, el clon 2 con 21,275 t/ha, superó el testigo la variedad Colombia con 20,33 t/ha. Los cuatro materiales superaron el rendimiento nacional de 12,61 t/ha.

Conclusión

Para la zona de Mutiscua, de acuerdo con el estudio realizado se puede utilizar cualquier material de los evaluados pues presentan buenos rendimientos. En relación con el sistema de fertilización, en suelos similares se podría reducir los niveles de fertilización en un 25% pero se sugiere evaluar la fertilización en otros ambientes y condiciones edafoclimáticas del municipio. Es necesario realizar trabajos en campo en época seca y lluviosa para poder consolidar el comportamiento de los materiales en estudio de acuerdo con las condiciones climáticas, ya que estas inciden ampliamente en el rendimiento de los materiales evaluados.

Referencias

Agronet. (2014). *Agronet Ministerio de Agricultura*.
Obtenido de:

- <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx#>
- Cisneros, J. C. (2015). *Evaluación del rendimiento agronómico de diez clones de papa criolla, (Solanum phureja, Juz et Buck L.) en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander (2^{da} fase)*. Universidad de Pamplona, tesis de grado.
- Fedepapa, F. C. (2014). *EL cultivo de papa. Federación Colombiana del Cultivo de Papa*, Recuperado el 21 de 06 de 2016 de: http://www.fedepapa.com/?page_id=401.
- Gallo García, Y. M., Sierra Mejía, A., Donaire Segarra, L., Aranda, M., Gutiérrez Sánchez, P. A., y Marín Montoya, M. (2019). *Coinfección natural de virus de ARN en cultivos de papa (Solanum tuberosum subsp. Andigena) en Antioquia (Colombia)*. Acta Biológica Colombiana, 24(3), 546-560. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n3.79277>
- García, M. F. (2016) *Comparación de diez clones de papa criolla (Solanum phureja, Just et Buck durante dos ciclos productivos en la vereda Chichira del municipio De Pamplona Norte De Santander*. Universidad de Pamplona, Trabajo de grado.
- Herreño, E. (2015). *Evaluación de las características morfoagronómicas y de la producción de nueve clones nativos de papa criolla (Solanum phureja Juz et Buck L.). En el municipio de Mutiscua- Norte de Santander. (Ira FASE)* Universidad de Pamplona, Trabajo de grado.
- Sierra, M. A., Gallo, G., Estrada, A. M., Gutiérrez, P. A., y Marín, M. M. (2020). *Detección molecular de seis virus de ARN en brotes de tubérculos de papa criolla (Solanum phureja) en Antioquia, Colombia*. Bioagro, 32(1), 3-14. Recuperado a partir de: <https://revistas.uclave.org/index.php/bioagro/article/view/2679>.
- Sierra, L., Suárez K., Villamil, J. y Alvarado, A. (2017). *La Investigación en el cultivo de papa en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*. Revista Respuestas. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6205729>.
- Vega D. (2015). *Evaluación de la producción de papa criolla solanum phureja clon paisa en contenedores de polietileno de alta densidad bajo el marco de agricultura urbana*. Revista Luna Azul. Obtenido de: <https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/1776>

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (CC BY-NC-SA 4.0)

