Apthapi 9(1): 2495-2504. Enero-Abril, 2023. ISSN: 2519-9382

Artículo

Evaluación de diferentes marcos de plantación en dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en el Centro Experimental Cota Cota

Evaluation of different planting frameworks in two varieties of spinach (*Spinacea oleracea* L.) at the Cota Cota Experimental Center

Guido Wilfredo Toro Mamani, Celia María Fernández Chávez

RESUMEN: En la actualidad uno de los problemas dentro de los ambientes atemperados, es el hecho de aprovechar el espacio al mismo; frente a ese problema se planteó el presente trabajo titulado: Evaluación de diferentes marcos de plantación en dos variedades de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) en el Centro Experimental Cota Cota, realizado en un ambiente atemperado, perteneciente a la Facultad de Agronomía, Campus universitario de la Universidad Mayor de San Andrés; donde se evaluó el desarrollo de dos variedades de espinacas bajo diferentes marcos de plantación, además de determinar el rendimiento y realizar un análisis económico de la producción. Realizándose en un invernadero de una superficie de 31,32 m^2 de área utilizable. Las dos variedades empleadas (Quinto y Viroflay) fueron evaluadas; lográndose los siguientes tratamientos distribuidos en un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, de 6 tratamientos y cuatro repeticiones. El método de trasplante empleado fue en hileras con un determinado marco de plantación de (20 cm x 30 cm, 20 cm x 20 cm y 20 cm x 10 cm), para ambas variedades. Así también se planteó las siguientes variables de respuesta: porcentaje de germinación, días a la emergencia, altura de planta, número de hoja, longitud de hoja, ancho de la hoja, días a la cosecha, rendimiento de biomasa y análisis económico. De los resultados alcanzados, en las variables agronómicas evaluadas, no mostraron significancia estadística en la variable ancho de hoja; con relación al peso de la variable rendimiento de biomasa tenemos que el T6 de la variedad Viroflay a un marco de plantación de 20 cm x 10 cm, presento un peso promedio de 675, 45 g. En cuanto al análisis económico del experimento tenemos que T6 de la variedad Viroflay a un marco de plantación de 20 cm x 10 cm es uno de los tratamientos con mayor valor de beneficio/ costo igual a Bs. 1,10.-, del cual podemos establecer que genera beneficios y por tanto por cada boliviano invertido existe un mínimo de ganancia.

PALABRAS CLAVE: Espinaca (*Spinacea oleracea* L.), variedades.

ABSTRACT: At present, one of the problems within tempered environments is the fact of taking advantage of the space for it; Faced with this problem, the present work entitled: Evaluation of different planting frameworks in two varieties of spinach *(Spinacea oleracea* L.*)* at the Cota Cota Experimental Center, carried out in a tempered environment, belonging to the Faculty of Agronomy, University Campus from the Universidad Mayor de San Andrés; where the development of two varieties of spinach under different plantation frameworks was evaluated, in addition to determining the yield and carrying out an economic analysis of the production. Taking place in a greenhouse with a usable area of 31.32 m^2. The two varieties used (Fifth and Viroflay) were evaluated; achieving the following treatments distributed in a completely randomized design with bifactorial arrangement, of 6 treatments and four repetitions. The transplant method used was in rows with a specific planting frame (20 cm x 30 cm, 20 cm x 20 cm and 20 cm x 10 cm), for both varieties. Thus, the following response variables were also considered: germination percentage, days to emergence, plant height, leaf number, leaf length, leaf width, days to harvest, biomass yield and economic analysis. Of the results achieved, in the agronomic variables evaluated, they did not show statistical significance in the leaf width variable; In relation to the weight of the biomass yield variable, we have that the T6 of the Viroflay variety at a plantation frame of 20 cm x 10 cm, presented an average weight of 675.45 g. Regarding the economic analysis of the experiment, we have that T6 of the Viroflay variety at a plantation frame of 20 cm x 10 cm is one of the treatments with the highest benefit/cost value equal to Bs. 1.10.-, of which we can establish that it generates benefits and therefore for each Bolivian invested there is a minimum profit.

KEYWORDS: Spinach *(Spinacea oleracea* L.*)*, varieties.

AUTORES: **Guido Wilfredo Toro Mamani:** Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. vifer_gt98@hotmail.com

Celia María Fernández Chávez: Docente. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. cmfch3311@hotmail.com

DOI: https://doi.org/10.53287/asfr1036jp96j

Recibido: 21/03/2023. Aprobado: 11/04/2023.

INTRODUCCIÓN

En el Estado Plurinacional de Bolivia, la producción del cultivo de la espinaca no se encuentra entre las hortalizas de amplia producción (INE, 2013). La agricultura orgánica es de mucha importancia debido a que aporta a la conservación del medio ambiente y ayuda a preservar la salud humana. Por lo tanto, los productos orgánicos son más saludables y libres de agentes tóxicos, la espinaca (*Spinacea olerácea* L.), es un cultivo, del que debe realizarse investigaciones sobre su comportamiento y productividad, de esta manera, mejorar el estado nutricional e incrementar el ingreso económico de las familias de la ciudad de La Paz.

Según la FAO (2003), la horticultura en Bolivia ha crecido paulatinamente a partir de la década de los años 90, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria, con este crecimiento en superficie sembrada como también de los volúmenes de producción, dando así lugar a la producción de hortalizas de hoja, como es el caso del cultivo de espinaca la cual en los últimos años ha incrementado su consumo a nivel mundial en 5.6 %, pudiendo ocupar un importante nicho del mercado.

Las hortalizas son fuente principal de vitaminas y minerales, es así que la espinaca es una de las hortalizas con alto contenido de vitamina A, vitamina C, y minerales esenciales, es un cultivo de ciclo corto y permite de 4 a 5 cosechas durante su ciclo vegetativo, fácil de cultivar y además con demanda en el mercado.

Debido a que la demanda de cultivos con un alto valor nutricional está teniendo un incremento considerable en estos últimos años, por lo que se explica un mayor consumo de hortalizas y una de ellas es la espinaca. La espinaca, es una de las hortalizas que destaca por sus cualidades dietéticas y por poseer un sabor característico. Pueden ser consumidas en fresco o congelado siendo para el mercado interno de preferencia consumo en fresco y para el mercado externo consumo en congelado. Presenta un alto contenido de vitaminas A y C así como los minerales: calcio, fósforo, hierro, sodio y potasio. De aquí radica la importancia de esta hortaliza de hoja y por ello es cultivada en todo el mundo (Valverde, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Cota Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, el cual se localiza en la ciudad de La Paz, Provincia Murillo, Zona Sur, Cota Cota dentro del Campus Universitario de la Universidad Mayor de San Andrés. Se encuentra a 15 km, del centro de la ciudad de La Paz que avista los siguientes parámetros geográficos: altitud de 3293 m.s.n.m. y coordenadas geográficas referenciales: 16º32´ Latitud Sur, 68º8´ Longitud Oeste y una altitud de 3445 msnm.

Materiales

Los materiales de campo utilizados fueron: picota, pala, rastrillo, chontilla, flexómetro o cinta métrica, cordel o lienzo, regla, cuaderno de campo, cámara fotográfica, marbetes y una balanza analítica. El material biológico empleado en la presente investigación fueron dos variedades de espinaca (quinto y viruflay). Material de escritorio empleado fue: computadora, planilla de datos, libreta de apuntes y una regla.

Metodología

Preparación de terreno: La preparación del terreno se lo realizo previo al almácigo, realizando primeramente la limpieza del área, de residuos o restos orgánicos presentes de manera manual y la remoción del sustrato a una profundidad de 20 cm., posteriormente se desterrono el suelo de acuerdo a las necesidades del cultivo. La delimitación de la parcela, se lo realizo con ayuda de estacas, cuerdas, cinta métrica, con la demarcación de las áreas de los tratamientos y las respectivas unidades experimentales, mismas que fueron distribuidos aleatoriamente o al azar. Posteriormente, después de la delimitación de la parcela experimental se realizó el nivelado del terreno con la ayuda de una tabla y rastrillo, para que tenga una uniformidad considerable de las platabandas, luego se aplicó riego a capacidad de campo con regadera, día antes del trasplante. Para el trasplante de las dos

variedades de espinaca se lo considero, que los plantines alcanzaran un alto de 7 a 10 cm y con las dos primeras hojas verdaderas, vigorosos del mismo tamaño para uniformizar el ensayo a marcos de plantación de longitudes de 30 cm., 20 cm. y 10 cm., entre plantas y 20 cm. entre surcos, teniendo cuidado que la raíz este erecta y no presente dobladuras en el momento del trasplante, para después regar con abundante agua los primeros días. El área total delimitada del invernadero fue de 68,68 m^2, con dimensiones de 10,1 metros de largo y 6,8 metros de ancho. Cada unidad experimental contaba con un área de 1,95 m^2, con dimensiones de 8,7 metro de largo y de 0,90 metros de ancho.

Selección de las semillas de las variedades: Las variedades seleccionadas que fueron parte del trabajo son: Quinto y Viroflay, por el buen comportamiento que tienen en ambientes atemperados.

Tabla 1. Factores de estudio

Factores de estudio de tratamientos
T1= (a_1xb_1) variedad *Quinto* a marco de plantación (20 cm x 30 cm)
T2=(a_1xb_2) variedad *Quinto* a marco de plantación (20 cm x 20 cm)
T3=(a_1xb_3) variedad *Quinto* a marco de plantación (20 cm x 10 cm)
T4=(a_2xb_1) variedad *Viroflay* a marco de plantación (20 cm x 30 cm)
T5=(a_2xb_2) variedad *Viroflay* a marco de plantación (20 cm x 20 cm)
T6=(a_2xb_3) variedad *Viroflay* a marco de plantación (20 cm x 10 cm)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza realizado, se llegó a determinar que existen diferencias significativas altas entre las variedades en estudio, esto indica que existen diferencias entre las variedades aseverando que las variedades tuvieron un efecto directo en la variable de la altura de la planta. También se determinó que el factor de marco de plantación ensayado resulto no significativo, afirmando que los marcos de plantación no tuvieron un efecto directo en la variable de la altura de la planta. Así mismo los resultados del análisis de varianza de la interacción entre variedad y densidad hubo alta significancia indicando que la combinación de ambos factores influye en el desarrollo en altura del cultivo y que ambos factores en estudio actuaron de manera conjunta. El coeficiente de variación de 11, 82% demuestra que, los datos del análisis de varianza son confiables por estar dentro del rango permisible de variabilidad, además de indicar un buen planteamiento y manejo experimental.

Según Arteaga (2013), indica que para el manejo en ambientes atemperados, el coeficiente de varianza si se tiene un rango por encima del 12%, hubo un mal manejo de las unidades experimentales, si se encuentra por debajo de dicho valor un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 2. ANVA para la variable altura de la planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Variedad	143,03	1	143,03	12,58	0,0023	**
Marco de plantación	67,34	2	33,67	2,96	0,0773	NS
Variedad*Marco de plantación	269,63	2	134,82	11,86	0,0005	**
Error	204,66	18	11,37			
Total	684,67	23				

Con respecto al análisis estadístico Duncan (Tabla 3), se determinó para el factor de variedades, lo cual indica que la mejor variedad con un mayor desarrollo en altura fue la variedad Quinto con una altura de 30,98 cm, seguido de la variedad Viroflay midiendo una altura promedio de 26,1 cm.

Tabla 3. Prueba Duncan de los marcos de plantación respecto a la altura de la planta.

Variedad	Medias	Duncan
Quinto	30,98	A
Viruflay	26,1	B

Neumann (1997) citado por Hoyos (2009), menciona que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células jóvenes, las cuales son producidas por la división celular en los tejidos meristemáticos.

De este modo, el suministro sub óptimo de nutrientes podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas.

Con respecto a la interacción de las variedades y los marcos de plantación, se hallaron diferencias significativas, por tanto podemos deducir que la combinación de ambos factores actuó de manera conjunta en el desarrollo teniendo un efecto directo en el desarrollo en altura de las muestras.

Donde se tiene que la mejor interacción es la variedad Quinto a marco de plantación de 30 cm x 20 cm alcanzando una altura de 35,8 cm, seguido por la variedad Quinto a marco de plantación 10 cm x 20 cm con una altura de 33 cm, luego se tiene a la variedad Viroflay que alcanzó una altura de 28,67 cm, y por ultimo las variedades Viroflay a marco de plantación de 30 cm x 20 cm, con una altura de 25,19 cm, Viroflay a marco de plantación de 10 cm x 20 cm con una altura de 24,43 cm y la variedad Quinto a marco de plantación de 20 cm x 20 cm con una altura de 24,14 cm que son estadísticamente casi similares.

A la vez Pujro (2002), citado por Alejo (2020), menciona que la temperatura, es un factor ambiental que afecta a la fisiología de la planta; considerando que las temperaturas altas y bajas llegan a acelerar o retardar el crecimiento de las plantas.

Tabla 4. Análisis estadístico Duncan de la interacción de las variedades con marcos de plantación respecto a la altura de la planta.

Variedad	Marco de Plantación	Medias	Duncan		
Quinto	30cm	35,8	A		
Quinto	10cm	33	A	B	
Viroflay	20cm	28,67		B	C
Viroflay	30cm	25,19			C
Viroflay	10cm	24,43			C
Quinto	20cm	24,14			C

Así también, las alturas alcanzados de las dos variedades Quinto y Viroflay a diferentes marcos de plantación, donde se pudo observar las alturas de las plantas de los tratamientos ensayados, teniendo un mayor desarrollo en altura la variedad quinto a marco de plantación de 30 cm x 20 cm, alcanzando una altura de 35,80 cm, que es el mejor tratamiento donde la planta alcanzo un desarrollo considerable. Según Carrasco, (2017) en su investigación de tesis indica que, para la variable altura de planta de espinaca, el tratamiento T2 (dosis 20% AOLA) obtuvo el más alto promedio en la tercera cosecha, con un valor de 30,33 cm., la tendencia fue la misma en las otras cosechas, concluyendo que la dosis al 20% de AOLA, influyó favorablemente sobre la altura de la planta. Haciendo una comparación con el resultado obtenido en la tesis de Carrasco, (2017) se demuestra que, el porcentaje adecuado para obtener mayor crecimiento de planta es utilizando un 30% de AOLA, ya que se obtuvo 31.23 cm. de altura, llegando a la conclusión que no encontramos diferencia significativa en ambos resultados.

Número de hojas

Tomando en cuenta la trascendencia de las hojas en el cultivo de la espinaca, más que todo por su valor comercial, se dio importancia al número de hojas a la cosecha del cultivo. De acuerdo al diseño experimental aplicado en el presente trabajo de investigación, los resultados se muestran el análisis de varianza (Tabla 5).

Tabla 5. ANVA para el variable número de hojas del cultivo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Variedad	0,01	1	0,01	0,04	0,848	NS
Marco de plantación	8,18	2	4,09	10,3	0,001	**
Variedad*Marco de plantación	1,47	2	0,74	1,85	0,1852	NS
Error	7,15	18	0,4			
Total	16,81	23				

CV = 11,96%

Se llegó a determinar que en el factor de variedades tuvo como resultado no significativo lo que nos indica que cada factor en estudio actuó de manera independiente y que el fotoperiodo no tuvo un efecto en el número de hojas de las plantas. Con respecto al factor de marcos de plantación, establece que también los marcos de plantación tienen un efecto directo en el incremento de número de hojas.

En la interacción entre las variedades y marcos de plantación se tuvo como resultado no significativo, lo que nos indica que cada factor en estudio actuó de manera independiente. Sin embargo los factores de temperatura, intensidad lumínica, variedades y la interacción de los factores no influyeron en la variable de respuesta número de hojas, siendo esta una variable independiente. De la misma manera el coeficiente de variabilidad, muestra un 11,96% que se encuentra por debajo del 12%, lo cual asevera que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

De acuerdo a la comparación de medias Duncan de los marcos de plantación con respecto al número de hojas se detalla en el (Tabla 6), que la mejor marco de plantación que presento mayor número de hojas es el marco de plantación de 30 cm x 20 cm con un aproximado de 6 hojas promedio, seguidamente por el marco de plantación de 20 cm x 20 cm con aproximadamente de 5 hojas, mostrando cierta diferencia a la otra variedad en el número de hojas y por último el marco de plantación de 10 cm x 20 cm con un promedio de 4 hojas.

Al respecto Salinas (2004), señala que, el número de hojas por planta no solo es el resultado de los nutrientes del suelo, sino también del clima, planta y manejo del cultivo; además por las bajas temperaturas la absorción de nutrientes es menor o se encuentra en estado de reposo.

Tabla 6. Análisis estadístico Duncan de los marco de plantación con respecto al número de hojas del experimento.

Marco de plantación	Medias	Duncan
30cm	6,04	A
20cm	5,14	B
10cm	4,63	B

Neumann (1997) citado por Hoyos (2009), menciona que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células jóvenes, las cuales son producidas por la división celular en los tejidos meristemáticos. De este modo, el suministro sub óptimo de nutrientes podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas. Callizaya (2007), indica para la producción de la variedad de espinaca (Viroflay), alude que la variedad se caracteriza por la inferioridad en el promedio de número de hojas por planta alcanzando promedios inferiores a 11,82 hojas. Cadena (2014), menciona que la aplicación foliar produce que los nutrientes sean absorbidos con mayor eficiencia, debido a que los abonos foliares permanecen por mayor tiempo en contacto con la superficie de las hojas lo que provoca que la planta tenga mayor oportunidad de absorber el abono.

Longitud de hojas (cm)

Esta variable adquiere relevancia dado que la espinaca para uso industrial se cosecha mecanizadamente, con una altura de corte de 5 cm desde el nivel del suelo, razón por la cual se desea obtener plantas altas pero con una proporción mayor de lámina respecto al pecíolo según Le Strange *et al.*, 2001; Motes *et al*., (2006). En el cuadro 9, se detalla los resultados del análisis de varianza para la longitud de las hojas en las dos variedades en diferentes marcos de plantación del cultivo de espinaca.

Tabla 7. ANVA de la longitud de la hoja del cultivo de la espinaca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Variedad	17,75	1	17,75	5,46	0,0313	*
Marco de plantación	10,04	2	5,02	1,54	0,2408	NS
Variedad*Marco de plantación	22,67	2	11,33	3,48	0,0526	NS
Error	58,56	18	3,25			
Total	109,02	23				

CV = 11,71%

Para los marcos de plantación de la espinaca, se llegó a determinar que fue no significativo y que tampoco hubo un efecto directo del fotoperiodo en el factor de densidades de trasplante para obtener un mayor largo de hoja. Con respecto a la interacción de las variedades y marcos de plantación mostro como resultado no significativo, lo cual indica que no hubo un efecto directo en el crecimiento en longitud de las hojas. Así mismo, el coeficiente de variabilidad mostro como resultado de 11, 71% lo cual indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales. Carrasco (2017), indica que las diferencias numéricas encontradas son atribuibles a una equilibrada y eficaz nutrición por parte del cultivo con una dosis de 20% de AOLA (T2), aplicados en las hojas en forma foliar, esto se debe a la absorción de los nutrientes, favoreciendo el crecimiento de las hojas.

Tabla 8. Prueba Duncan de las variedades para el variable largo de la hoja del cultivo

Variedad	Medias	Duncan
Quinto	16,26	A
Viroflay	14,54	B

De acuerdo a la comparación de medias Duncan, se detalla en el (Tabla 8), donde se muestra que la mejor variedad en el desarrollo de la hoja es la variedad Quinto, donde tienen un mayor desarrollo en longitud aproximado de 16,26 cm, seguido por la variedad Viroflay, con una longitud de 14,54 cm. Así mismo las variedades en estudio, respecto a la longitud de hoja, tenemos que el mayor desarrollo en longitud de la hoja es para la variedad Quinto alcanzando un mayor desarrollo que la variedad Viroflay. Según Sirpa, (2008), que evaluó cultivo de espinaca *Spinacea oleracea* L, bajo hidroponía, indica que la variedad Viroflay presento mayor largo de hojas 4,5 cm en promedio con una densidad de 20 cm x 20 cm con respecto a la variedad Nueva Zelanda. A diferencia en la presente investigación se encuentra por encima de los promedios del largo de hoja en ambas variedades, y diferentes densidades de trasplante.

Días a la cosecha

Las hojas comerciales del cultivo de la espinaca, alcanzaron su estado óptimo de cosecha, a los 52 días después del trasplante para la primera cosecha, la segunda cosecha se lo realizó a los 66 días después del trasplante, 15 días después de la primera cosecha, la tercera cosecha se lo realizo a los 80 días después del trasplante, a los 15 días después de la segunda cosecha, la cuarta cosecha se lo realizo 94 días después del trasplante, y la última cosecha se lo realizo a los a los 108 días después del trasplante a 15 días después de la cuarta cosecha. En promedio las hojas comerciales alcanzaron su estado óptimo de cosecha a los 15 días, en ambas variedades a diferentes marcos de plantación.

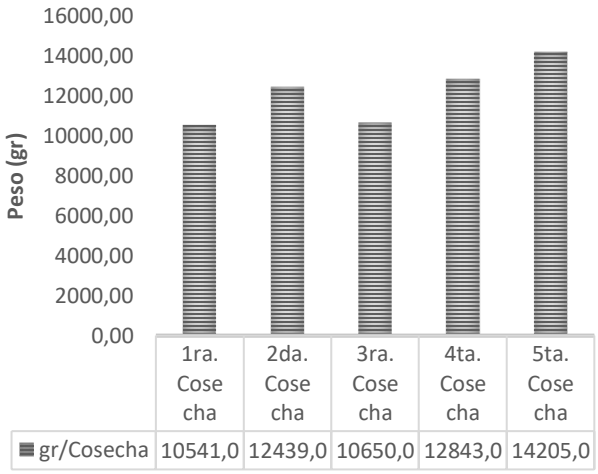

Figura 1. Días a la cosecha

Ancho de hoja (cm)

Enla Tabla 9, se detalla los resultados del análisis de varianza para el ancho de las hojas en las dos variedades (Quinto y Viroflay) en diferentes marcos de plantación.

Tabla 9. ANVA del ancho de la hoja del cultivo de la espinaca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Variedades	0,11	1	0,11	0,06	0,8098	NS
Marco de plantación	4,18	2	2,09	1,13	0,3462	NS
Variedad*Marco de plantación	12,7	2	6,35	3,42	0,055	NS
Error	33,39	18	1,85			
Total	50,38	23				

CV = 13,79%

De acuerdo al análisis de varianza, se llegó a establecer, que en las variedades de espinaca no hubo significancia, indicándonos que no hubo diferencias significativas en las variedades y que no tuvo un efecto directo en el ancho de la hoja del espinaca. De la misma manera en los diferentes marcos de plantación ensayados se tuvo como resultado no significativo, esto indica que los marcos de plantación no influyeron en el desarrollo del ancho de la hoja del cultivo de la espinaca.

Con relación a la interacción del factor variedades y el factor marcos de plantación no se encontraron diferencias significativas durante el proceso del ensayo, de esta manera podemos deducir que la combinación de ambos factores no influyo en la variable ancho de la hoja, por tanto se concluye que cada factor actuó de manera independiente. Por tanto, demuestra que los factores como ser la temperatura, intensidad lumínica, variedades, los marcos de plantación y la interacción entre estas, no influyo en el promedio de ancho de hoja de los tratamiento en estudio.

Así mismo el coeficiente de variabilidad mostro un resultado de 13,79%, lo cual indica que está dentro del rango de confiabilidad y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales. Cadena (2014), menciona al coeficiente de variabilidad, es confiable si es menor o igual 15% para actividades agropecuarias. Por tanto, para esta variable de respuesta, al no haber significancia se decidió no hacer la prueba de Duncan, ya que sería redundar en los resultados ya mostrados e interpretados en el análisis de varianza, sin embrago se muestra en la figura 5, las diferencias que existen entre los factores de variedades y marcos de plantación.

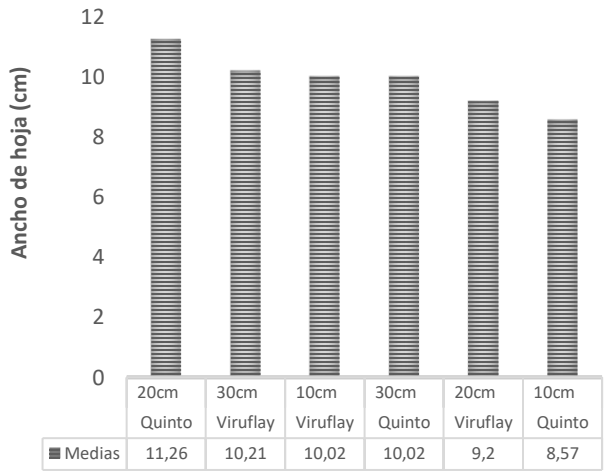

Figura 2. Variable ancho de hoja de las variedades y marcos de plantación.

Ramírez (2010), indica que la nutrición foliar es una efectiva herramienta de manejo, ya que favorece e influencia los estados de crecimiento pre-reproductivos, compensando el estrés inducido por el ambiente; como: condiciones adversas de crecimiento y/o una pobre disponibilidad de nutrientes.

Peso biomasa (g)

En la Tabla 10, de análisis de varianza se presentan los datos obtenido a lo largo del proceso del ensayo en las cosechas escalonadas. De acuerdo a los resultados en las dos variedades de ensayo mostro como resultado no significativo, indicando que no hubo diferencias significativas en las variedades y que las variedades no influyeron en la cantidad de biomasa no y que no hubo un efecto directo en la variable de respuesta peso de la biomasa (gr).

Tabla 10. ANVA del peso promedio de biomasa de la hoja del cultivo de la espinaca

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Variedad	4076,8	1	4076,83	0,2	0,6586	NS
Marco de plantación	142897,0	2	71448,52	3,54	0,0507	NS
Variedad*Marco de plantación	277246,2	2	138623,11	6,86	0,0061	**
Error	363670,3	18	20203,9			
Total	787890,3	23				

CV = 28,11%

De la misma manera en los marcos de plantación fue no significativo de tal modo podemos deducir que los marcos de plantación no influyeron en el aumento en peso de biomasa del cultivo. Con respecto a la interacción de los marcos de plantación con las dos variedades (Quinto y Viroflay) se encontró que hubo alta significancia de las cosechas realizadas de tal manera podemos deducir que la combinación de ambos factores influyeron en la variable de peso de biomasa, por tanto ambos factores en estudio actuaron de manera independiente. El coeficiente de variabilidad obtenido fue de 28,11% lo cual nos indica que los datos obtenidos son confiables, ya que se encuentran dentro del rango permitido para la agricultura desarrollada en invernaderos. Padrón (1996), indica que el rango aceptable para el coeficiente de variabilidad en experimentos de agricultura y ganadera son confiables cuando son menores a 30%, se indica que los datos en todas las cosechas fueron tomadas de manera cuidadosa y son confiables para el análisis estadístico.Según la comparación de medias Duncan que se detalla en el (Cuadro 13), nos indica que la mejor interacción entre las variedades y los marcos de plantación es la variedad Viroflay a marco de plantación 20 cm x 10 cm, con un aproximado de peso de 675,45 g, en segundo lugar la variedad Quinto a marco de plantación 20 cm x 30 cm con un peso de 604,15 g, y luego la variedad Quinto a marco de plantación 20 cm x 10 cm, variedad Viroflay a marco de plantación 20 cm x 20 cm que son estadísticamente casi similares y por ultimo las variedades Quinto a marco de plantación 20 cm x 20 cm, Viroflay a marco de plantación 20 cm x 30 cm que tienen promedios bajos con respecto a las anteriores.

Tabla 11. Prueba Duncan de la interacción de los marcos de plantación y las dos variedades para el peso de biomasa del cultivo.

Variedad	Marcos de plantación	Medias (g)	Duncan		
Viroflay	10cm	675,45	A		
Quinto	30cm	604,15	A	B	
Quinto	10cm	552,2	A	B	
Viroflay	20cm	528,3	A	B	
Quinto	20cm	399,7		B	C
Viroflay	30cm	274,1			C

También para el peso de biomasa se tiene que el mejor tratamiento es T6, de la variedad Viroflay a marco de plantación de 20 cm x 10 cm con un peso fresco comestible aproximado de 675,45 g. Según Yupanqui (2019), Respecto a las variedades de espinaca se encontró diferencias altamente significativas de tal manera que podemos decir que si hubo diferencias altamente significativas entre ambas variedades para la variable Rendimiento de materia fresca.

Yupanqui (2019), indica que el rendimiento de biomasa, en este caso para el Factor A densidad de siembra, el cuadro 15 muestra que hubo un valor significante en todas las cosechas, indicando que: la densidad de siembra óptima para obtener mejor rendimiento es la de 30 cm entre planta y 30 cm. entre surco, en razón que alcanzo a un promedio de 12,84 gr, en la primera cosecha, 31,79 gr. en la segunda cosecha y para la tercera cosecha alcanzo un valor en peso de 2871 gr. en relación al factor densidad de siembra.

Según Ticona (2016), indica que con respecto a densidades de siembra dio como resultado altamente significativo, lo que indica que

las densidades tuvieron un efecto directo en el peso fresco comestible de la planta.

Según Sirpa, (2008), que evaluó cultivo de espinaca *Spinacea oleracea* L, bajo hidroponía, indica que existe diferencias entre las variedades de Viroflay con un promedio de 74,5 gr/planta/m2 con densidad de (20 cm x 20 cm) y Nueva Zelanda con un promedio de 91 gr/planta/m2 con densidad de (20 cm x 20 cm). Lo cual afirma que en la presente investigación la D1 (15 cm x 15 cm) obtiene un promedio de 94,35 gr/planta, deduciendo a la D1 como la mejor.

Chilon (2015), afirma que el aporte de nitrógeno es importante para el desarrollo de la parte aérea, así como el fósforo proporciona el vigor y la fortaleza a la planta, también favorece la síntesis de compuestos orgánicos esenciales para la síntesis de proteínas, carbohidratos y lípidos, los cuales contiene el Aola.

Análisis económico

En el presente análisis económico puntualizamos los parámetros de valor para determinar la rentabilidad o no rentabilidad de la producción del cultivo de la espinaca bajo ambiente atemperado, experimentando las dos variedades de espinaca a diferentes marcos de plantación, siendo que se empleara un sistema de producción tecnificado.

Relación beneficio costo (Bs)

Es la relación que existe entre los beneficios brutos sobre los costos de producción que es detallado en el siguiente cuadro.

Tabla 12. Beneficio costo (Bs)

	Quinto			Viroflay		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio neto (Bs)	3601,85	1588,55	2919,23	360,47	2770,31	4069,79
Costo total (Bs)	3342,40	3005,70	3427,90	2790,10	3302,10	3694,00
Beneficio /Costo (Bs)	1,08	0,53	0,85	0,13	0,84	1,10

De acuerdo al análisis económico elaborado se tienen valores iguales y mayores a 1, lo cual indica que son rentables. Por lo cual se muestran en el cuadro 21, donde el tratamiento T6 de la variedad Viroflay a marco de plantación de 20 cm x 10 cm, logro un beneficio costo de Bs 1,10 lo cual indica que por cada boliviano invertido se logra tener de ganancia Bs 0,10 adicional del capital invertido, mostrando uno de los mejores resultados del cultivar Viroflay a marco de plantación de 20cm x 10cm aunque no en gran magnitud.

Así mismo, seguidamente tenemos el tratamiento T1 con un beneficio costo de Bs 1,08 que nos indica que solo cubre los costos de producción. Seguidamente tenemos a los tratamientos T3, T5, T2 y T4 con valores menores, por lo que podemos determinar que ninguno genera beneficios y por tanto ninguno es rentable, a su vez el tratamiento que genera mayor pérdida es el T4, siendo que por cada Bs invertido en el tratamiento se tiene una pérdida de Bs 0,87.

Desde el punto de vista económico, de acuerdo a los resultados obtenidos, es favorable y recomendable la producción de espinaca por la rentabilidad que se tiene.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la mejor opción al momento de producir si se busca un mayor largo de hoja es la variedad Quinto con 30,98 cm de altura, mientras la variedad Viroflay presento una altura de 26,1 cm. La variedad que presento los mejores resultados de numero de hojas fue la variedad Quinto a un marco de plantación de 20 cm x 30 cm, que logro alcanzar un número de hojas aproximado de 6 hojas en cosecha; la variedad Quinto no presento diferencias significativas entre las hojas que son estadísticamente similares.

Para el largo de la hoja la variedad Quinto tuvo en promedio de 16,26 cm de largo de hoja resultando ser la mejor, a diferencia de la variedad Viroflay con largo aproximado de 14,54 cm. Con

respecto al ancho de la hoja se tuvo como resultado la no significancia, indicándonos que los factores en estudio no influyeron de forma directa en el ancho de la hoja.

Para las dos variedades en ensayo resulto tener un mayor rendimiento en peso de biomasa, la variedad Viroflay con un peso fresco de 675,45 g, a diferencia de variedad Quinto que alcanzo rendimientos menores. Así también podemos deducir que el tipo de variedad tuvo un efecto directo en el rendimiento de la producción de la espinaca.

Así también podemos concluir respecto al beneficio costo que la variedad Viroflay a marco de plantación de 20cm x 10cm tiene una rentabilidad de aceptable en la producción de espinaca, respecto a los demás tratamientos que no generaron ingresos al contrario se tiene perdidas.

En conclusión es preferible utilizar para una producción masiva la variedad Viroflay a un marco de plantación de 20 cm x 10 cm ya que presenta rendimiento mayor con respecto a los otros tratamientos.

BIBLIOGRAFIA

Carrasco, K. 2017. Tesis de grado, Efecto de tres niveles de abono orgánico líquido aeróbico (AOLA) en la producción del cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea L*.) en la Estación Experimental de Cota-Cota La Paz Facultad de Agronomía UMSA. Pag. 10,74,79,80

Cadena, M. 2014. Efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de lixiviado de humus de lombriz y dos formas de aplicación en el cultivo de espinaca (Spinacea oleracea L), bajo ambiente protegido. Tesis de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. p. 24-27; 45-48.

Chilon, 2015. El Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) y sus potencialidades para la Agricultura y la preservación del Medio Ambiente. Reporte de Investigación Cátedra Fertilidad de Suelos, Facultad de Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia.

FAO. 2004. Manual de micro huertas en Venezuela. 24 p.

FAO, (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN), 2009, Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y

Ramiréz, F. 2010. Fertilización Foliar. Consultado 6 sep. 2022. Disponible en: http://www.agrobanco.com.pe/FERTILIZACION_FOLIAR.pdf

Sirpa, E., 2008. Cultivo de espinaca *Espinacea oleracea* L. bajo hidroponía en condiciones de invernadero. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía.

Valverde Picon, AJ. 2014. Evaluación de tres densidades de siembra en el rendimiento del cultivo de la espinaca (Spinacia oleracea L.), en el Distrito y Provincia de Pomabamba-Deparatamento de Ancash. Tesis Lic. Huaraz, Perú. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. 1p.

Yupanqui Vargas, EJJ. 2019. Evaluación del rendimiento de dos variedades de espinaca (Spinacea Oleracea L.) con tres niveles de biol bajo ambiente atemperado, en el Centro Experimental Cota Cota, La Paz. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 47 p.