

Evaluación de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en ambiente atemperado en la Estación Experimental de Cota-Cota.

*Evaluation of two varieties of broccoli (*Brassica oleracea*) under three planting densities in a temperate environment at the experimental cota-cota station.*

Edgar Ismael Luna Quispe*

¹Universidad Mayor de San Andrés.

Calle Héroes del Acre Esquina Landaeta.

*E-mail: edgar_luna1@hotmail.com

RESUMEN

Bajos rendimientos en ambientes controlados lleva a realizar la presente investigación, evaluar el comportamiento y rendimiento de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*). Se evaluó el cultivo de brócoli bajo el Diseño Experimental de Bloques al azar con arreglo en Parcelas Divididas, teniendo como Factor "A" variedad a_1 : LEGACY y a_2 : UG 2111 y como factor "B" densidades de plantación b_1 : 17 plantas/m², b_2 : 11 plantas/m² y b_3 : 8 plantas/m². Tratamientos: T1 (Legacy+17 plantas/m²), T2 (Legacy+11 plantas/m²), T3 (Legacy+8 plantas/m²), T4 (UG 2111+17 plantas/m²), T5 (UG 2111+11 plantas/m²) y T6 (UG 2111+8 plantas/m²). La prueba de germinación Legacy obtuvo 96,85% frente a 89,64% de UG 2111. En porcentaje de prendimiento Legacy con 84,82% y UG 2111 71,68%. La altura de planta a la cosecha, Legacy obtuvo mayor promedio de altura con 0,52 m frente a UG 2111 con 0,45 m. La variedad UG 2111 registró 96 días desde la siembra a la madurez comercial, Legacy con 109 días. El diámetro de inflorescencia fue mayor en el T2 con 14,7 cm, seguida del T3 con 13,6 cm. Legacy alcanzó un peso promedio 370 gr con relación a UG 2111 330 gr. El rendimiento del brócoli refleja que la D1 (17 plantas/m²) presentó un promedio igual a 26,85 tn/ha, con respecto a la D2 (11 plantas/m²) que presentó un promedio de 19,88 tn/ha y 15,28 tn/ha la D3 (8 plantas/m²). El T1 se presentó como el más rentable con un valor igual a 3,63 Bs/m² y un beneficio de Bs. 2,63.

Palabras Clave: Prueba de germinación, prendimiento, pella, ambiente controlado.

ABSTRACT

Low yields in controlled environments leads to the present investigation, to evaluate the behavior and yield of two varieties of broccoli (*Brassica oleracea*). Broccoli cultivation was evaluated under the Experimental Design of Randomized Blocks according to Divided Plots, having as Factor "A" variety a_1 : LEGACY and a_2 : UG 2111 and as factor "B" planting densities b_1 : 17 plants/m², b_2 : 11 floors/m² and b_3 : 8 floors/m². Treatments: T1 (Legacy + 17 floors/m²), T2 (Legacy + 11 floors/m²), T3 (Legacy + 8 floors/m²), T4 (UG 2111 + 17 floors/m²), T5 (UG 2111 + 11 floors/m²) and T6 (UG 2111 + 8 floors/m²). The Legacy germination test obtained 96,85% compared to 89,64% of UG 2111. In percentage of Legacy yield with 84,82% and UG 2111 71,68%. The height of the plant at harvest, Legacy obtained a higher average height with 0,52 m compared to UG 2111 with 0,45 m. The variety UG 2111 recorded 96 days from sowing to commercial maturity, Legacy with 109 days. The diameter of inflorescence was greater in T2 with 14,7 cm, followed by T3 with 13,6 cm. Legacy

reached an average weight 370 gr in relation to UG 2111 330 gr. The yield of broccoli reflects that D1 (17 plants/m²) presented an average equal to 26,85 tons/ha, with respect to D2 (11 plants/m²) that presented an average of 19,88 tons/ha and 15,28 tn/ha on D3 (8 floors/m²). The T1 was presented as the most profitable with a value equal to 3,63 Bs / m² and a benefit of Bs. 2,63.

Keywords: Germination test, lightning, pella, controlled environment.

1. INTRODUCCIÓN

El déficit de producción de hortalizas es crónico en nuestro país, pues solo el 15 por ciento de la demanda nacional es cubierto por el estado, el saldo, un 85% o a veces un poco más proviene de otros países vía importación.

En los últimos años en nuestro país ha sido muy leve el trabajo de los organismos del estado en tratar de combatir la desnutrición, que es un mal que aqueja a los estratos bajos como los campesinos, mujeres, niños y niñas que normalmente habitan en zonas rurales y en periferias urbanas.

El brócoli (*Brassica oleracea*) es un cultivo estacional por lo que se puede obtener de dos hasta tres cosechas al año, La Paz es una zona adecuada para la producción de este cultivo ya que el clima va de templado a frío con montañas que están sobre los 2000 metros de altura, alta exposición a la luz solar y pertenece a la región interandina.

El brócoli era una hortaliza desconocida hasta hace poco, pero los últimos estudios han demostrado el papel que esta crucífera juega en la prevención de un gran número de tumores. Si a esto añadimos que no engorda y que muy poca cantidad basta para obtener su efecto protector, no hay excusas para no comerlo (Buena Salud, 2011).

La producción de hortalizas está distribuida en todas las regiones del país, a pesar de que algunas presentan restricciones agroclimáticas. Se tienen zonas en las que se da por lo menos un ciclo de producción mientras que otras zonas favorecidas con hasta tres ciclos productivos por año. La producción de hortalizas está más concentrada cerca de grandes centros poblados, teniendo por ejemplo producción de hortalizas en río Abajo en La Paz, Valle Bajo de Cochabamba, Valle Concepción en Tarija y Los Negros en Santa Cruz. Las escalas de producción son también diversas predominando pequeños productores con poco nivel tecnológico en la producción y post cosecha de hortalizas (Buena Salud, 2011).

El objetivo de la investigación fue el evaluar la respuesta agronómica de dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en ambiente atemperado en la Estación Experimental de Cota-Cota de la ciudad de La Paz.

2. OBJETIVOS

- Evaluar el comportamiento de las variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) en tres densidades de plantación en ambiente atemperado.
- Evaluar el rendimiento de dos variedades de brócoli en ambiente atemperado.
- Determinar la relación beneficio/costo mediante la comparación de costos de producción para los diferentes tratamientos.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la ciudad de La Paz, Provincia Murillo primera sección, en la carpa solar del Centro Experimental de Cota Cota dependiente de la Facultad de Agronomía ubicado la zona de Cota Cota, perteneciente a la Universidad Mayor de San Andrés ubicada a 15 km, del centro de la ciudad de La Paz presenta una altitud de 3445 m.s.n.m. (SENAMHI, 2012).

Se estudió dos variedades híbridas de brócoli que son LEGACY y UG2111 como material vegetal, los materiales de campo utilizados fueron pala, picota, rastrillo, carretilla, cordones, marbetes, cámara fotográfica, libreta de campo, vernier digital, balanza electrónica y planilla de registros. Materiales de gabinete fueron laptop, impresora y programa Infosat (Versión: 02/08/2016).

El área total del ambiente atemperado es de 812,5 m² de las cuales se usaron 30,9 m² para el presente trabajo de estudio en su etapa de campo. Además, se puede apreciar la distribución de los tratamientos resultantes de la combinación de los dos niveles del factor A (variedades

de brócoli) con los tres niveles del factor B (densidades de plantación). En las parcelas mayores se encuentran distribuidas las variedades de brócoli (V_1 : variedad LEGACY y V_2 : variedad UG 2111), y dentro de las parcelas mayores se encuentran las parcelas menores que consisten en las densidades de plantación ($d_1 = 17$ plantas/m², $d_2 = 11$ plantas/m², $d_3 = 8$ plantas/m²).

La metodología utilizada para el trabajo de investigación se realizó en el periodo agrícola de otoño invierno de 2014, constó de diversas técnicas las cuales fueron:

3.1. Almacigo y trasplante

Se realizó en una almaciguera de madera utilizando sustrato en una relación 2:1:1:1 de limo, arena, turba y humus respectivamente, la profundidad de siembra fue de 0,2 a 0,5 cm a chorro continuo, se hizo el riego abundante posteriormente se cubrió con paja brava para que ayude a mantener la humedad por debajo. Jaramillo y Díaz (2005), mencionan que para realizar el trasplante respectivo las plántulas tuvieron de 4 a 5 hojas verdaderas y una altura promedio de 15 a 20 cm a 30 días luego de la emergencia. La actividad se realizó de manera manual el trasplante se realizó en fecha 07 de abril de 2014, a tres densidades de plantación: densidad 1=30x20, densidad 2=30x30 y densidad 3=30x40 cm entre surcos y entre plantas respectivamente.



FIGURA 1. Sustrato y desarrollo de plantines en almaciguera.

3.2. Instalación del sistema de riego por goteo

Se hizo la instalación del sistema de riego por goteo usándose 4 cintas de goteo separados a 30 cm una de la otra a recomendación de Porco y Terrazas, (2009) las cuales humedecieron el suelo en forma de manchas circulares que se unieron entre ellas logrando un riego uniforme, a capacidad de campo.



FIGURA 2. Instalación de sistema de riego por goteo.

3.3. Aporque y riego

Se realizó un aporque con la finalidad de airear y dar más porosidad al suelo dando también cobertura a las raíces para que no queden al descubierto. El riego se aplicó desde el momento del trasplante mediante un sistema de riego por goteo con 4 cintas homogéneamente en todas las unidades experimentales.

3.4. Cosecha

Se realizó cuando las pellas presentaban una coloración verde azulada, de manera homogénea con unas cuantas hojas para la protección de la inflorescencia. La cosecha se hizo durante la mañana para tener un alto grado de humedad y evitar su deshidratación, se usó una navaja y de manera manual se hizo el corte en el tallo a 20 cm de la pella.





FIGURA 3. Cosecha de brócoli.

3.5. Diseño Experimental

Diseño de Bloques al azar con arreglo en Parcelas Divididas con tres repeticiones (Ochoa, 2007).

Dónde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = media poblacional.

β_k = efecto del k - esimo bloque.

α_i = Efecto del i - ésimo nivel de la variedad.

ε_{ik} = Error experimental de la parcela mayor (Ea).

λ_j = Efecto del j - esimo de la densidad de siembra

$\alpha\lambda_{ij}$ = interacción de la i - ésima variedad con la j - ésima densidad de siembra.

ε_{ijk} = Error experimental de la parcela menor (Eb).

TABLA 1. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Combinación Factor A*B	Descripción del tratamiento
T1	$v_1 d_1$	Legacy + 17 plantas/m ²
T2	$v_1 d_2$	Legacy + 11 plantas/m ²
T3	$v_1 d_3$	Legacy + 8 plantas/m ²
T4	$v_2 d_1$	UG 2111 + 17 plantas/m ²
T5	$v_2 d_2$	UG 2111 + 11 plantas/m ²
T6	$v_2 d_3$	UG 2111 + 8 plantas/m ²

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Comportamiento de la temperatura durante la evaluación

Se observa en la Figura 1. La uniformidad de temperaturas entre promedios, la temperatura máxima en el mes de junio alcanzó a 34,5°C, la temperatura mínima en el

mes de julio con un valor de 1,2°C. Haciendo una media general de 18,6°C.

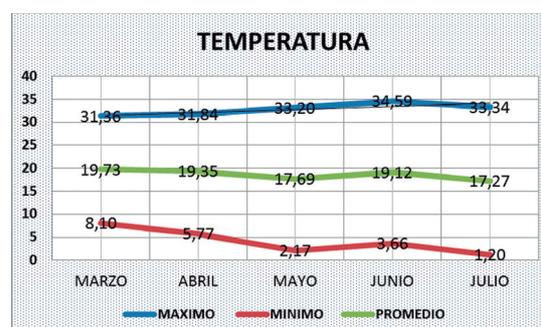


FIGURA 4. Temperaturas del ambiente atemperado durante la evaluación

Según Sonora (2016), el brócoli se adapta mejor a temperaturas promedio de 16°C (60°F). El rango óptimo está entre 15 y 25°C (59 y 77°F). También, soporta temperaturas bajas hasta de -2°C siempre y cuando no se haya formado aún la inflorescencia.

Según teoría el brócoli durante su fase de desarrollo necesita una temperatura promedio de 16°C, según datos obtenidos el ambiente donde se realizó la evaluación se encontraba con una temperatura promedio de 18,6°C lo cual nos aseguró que el ambiente fue el adecuado para la evaluación del cultivo de brócoli.

4.2. Prueba de germinación

La prueba se realizó en los laboratorios del INIAF-La Paz y se obtuvo un porcentaje de germinación el promedio general fue de 96,85% (Var. LEGACY) y 89.64% (Var. UG2111). El análisis de variancia, no reportó diferencias estadísticas significativas entre ambos híbridos.

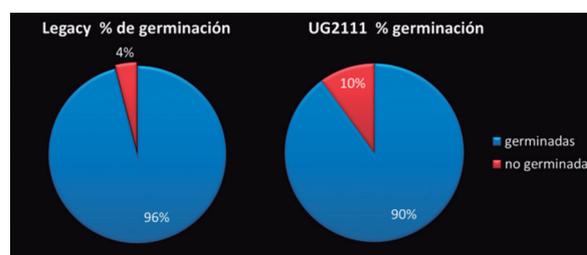


FIGURA 5. Comparación del % de germinación de las dos variedades

4.3. Porcentaje de prendimiento

Los resultados obtenidos permiten informar que, para prendimiento, se observa que en la variedad (LEGACY) el promedio es 84,82 %, es la variedad que alcanzó mayor número de plantas prendidas; en tanto que, la variedad (UG2111) se ubica en el último lugar, con un promedio de 71.68 % de prendimiento. Es posible que, en estas primeras etapas del inicio de la investigación, en donde las plántulas fueron recién trasplantadas, no se refleje la influencia de las densidades en el crecimiento y desarrollo inicial.

Esto nos indica claramente que el porcentaje de prendimiento dependerá de la variedad y no tanto así de la densidad de plantación en esta fase; por otro lado, es posible que, el porcentaje de prendimiento dependa más de las condiciones favorables que se deben dar a las plántulas en el momento del trasplante, como humedad del suelo, edad de las plántulas, soltura del suelo, etc., que asegure el prendimiento y crecimiento posterior.

4.4. Altura de la planta a la cosecha

Con relación a la densidad de plantación el análisis de varianza demuestra claramente que la densidad no tiene ningún efecto sobre el crecimiento de las plantas por lo cual se podría tomar la densidad 1 (17plantas/m²) y así poder optimizar más el espacio y obtener mejores rendimientos.

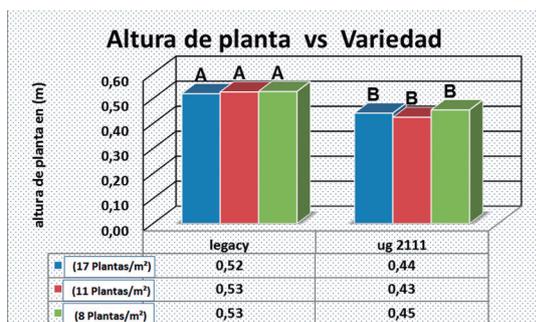


FIGURA 6. Comparación de Altura de planta, entre las dos variedades (factor A)

La Figura 6, muestra el crecimiento en altura de planta por variedad, en las lecturas efectuadas, con respecto a los híbridos de brócoli, en donde se puede apreciar que, el tamaño en altura del híbrido LEGACY (V1), fue significativamente mayor a la altura del híbrido UG 2111 (V2) en los distintos tratamientos.

Mamani (2014), en su investigación registró en promedio una altura de 60,99 cm en la variedad Pirata la que atribuye a características genéticas, en comparación a la variedad Di Cicco con 88,98 cm de altura respectivamente.

4.5. Diámetro de tallo a la cosecha

Se identifica claramente (figura 7) la variedad de mayor diámetro de tallo que desarrollo fue la variedad LEGACY con un promedio de 3,20 cm. Por otro lado, el diámetro menor pertenece a la variedad UG2111 con un promedio de 2,92 cm esta diferencia mínima solo por milímetros se debe a las características genéticas favorables que tiene las dos variedades LEGACY y UG2111 para ambientes atemperados, la cual se manifiesta a través del desarrollo de diámetro de tallo.

Gutiérrez (2005), registró en la variedad Pirata un diámetro de tallo igual a 3,4 cm relacionándolo dicho dato con las características genéticas de mencionada variedad, porque la densidad de siembra no tuvo efecto directo en el desarrollo de diámetro del tallo tal como lo indicaba su análisis de varianza, al igual que en el presente ensayo.

Mamani (2014), en su trabajo de investigación registró en la variedad Pirata un diámetro promedio de 2,31 cm y en la variedad Di Cicco un promedio igual a 1,80 cm, la misma autora realizó su trabajo de investigación en el mismo ambiente atemperado. Comparado con el presente trabajo de investigación las medias de diámetro de tallo en ambos factores de estudio superan fácilmente a la variedad Pirata y Di Cicco asumiendo de esta forma que las características genéticas de UG 2111 y más aun Legacy son mejores que la variedad Pirata.

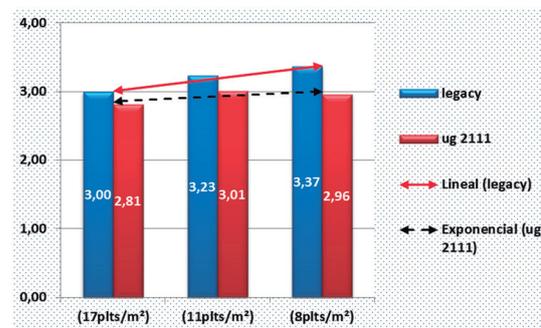


FIGURA 7. Comparación de diámetro de tallo, entre las dos variedades (Factor A) y de las tres densidades (Factor B)

4.6. Días a la madurez comercial

En la figura 8 muestra en días a la madurez comercial, el promedio general fue de 109,22 días de la variedad LEGACY y de 96,67 días de la variedad UG2111).

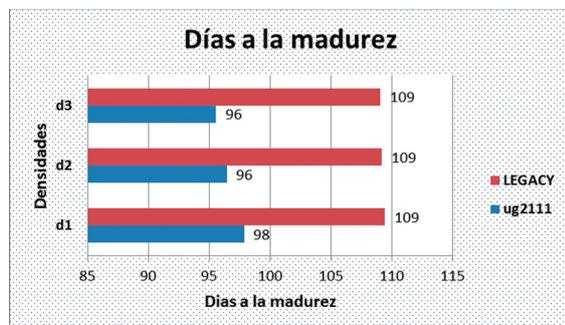


FIGURA 8. Días transcurridos desde la siembra hasta la madurez comercial

Mamani (2014), en su trabajo de investigación realizado en el mismo ambiente menciona que desde la siembra hasta la cosecha la variedad Di Cicco alcanza 96 días, y la variedad Pirata con un tiempo de 108 días, relacionándolo con el presente trabajo se asemejan la variedad LEGACY con 109 días con la variedad Pirata de 108 días, la variedad UG 2111 y la variedad Di Cicco ambos con 96 días a la cosecha. Siendo que en el presente trabajo se reportaron temperaturas bajas, pellas compactas y mayor diámetro a diferencia de Pirata y Di Cicco, la variedad LEGACY se adapta muy bien en ambientes atemperados.

4.7. Diámetro de la inflorescencia a la cosecha

Las pruebas realizadas indican que no existe diferencias significativas entre los dos niveles del factor A (variedades), donde LEGACY, presentó un promedio igual a 13,4 centímetros de diámetro en relación a la variedad UG2111, que obtuvo en promedio 10,2 centímetros. Esto nos indica que las dos variedades presentaron un diámetro similar y con una diferencia de aproximada de 3 centímetros.

Mamani (2014), indica que la variedad Pirata a una densidad de 30x40 (8 plantas/m²) obtuvo el mayor diámetro de inflorescencia llegando a alcanzar una media de 12,93 cm, que se relaciona con la densidad de plantación ya que este factor tuvo efecto directo en el desarrollo del diámetro de la inflorescencia, además de las características genéticas de la variedad, para el presente trabajo se asevera que la densidad de plantación tuvo efecto en el desarrollo de la inflorescencia.

4.8. Peso de la inflorescencia

Los resultados obtenidos, muestra los valores registrados del peso de inflorescencia por planta (figura 9), demostrando así la superioridad de la variedad LEGACY, con un promedio igual a 0,37 kg (370 gr), frente a la variedad UG2111, cuyo promedio fue de 0,33 kg, con esta prueba se corrobora lo visto en campo ya que efectivamente las dos variedades tenían diferencia mínima en los pesos esto debido a las condiciones del ambiente atemperado que influye de gran manera en las variedades de la misma empresa (SEMINIS).

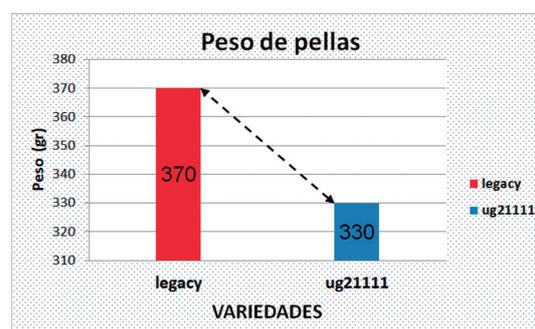


FIGURA 9. Peso promedio de inflorescencia de las dos variedades en estudio

Los tratamientos con mejores pesos corresponden a T3, T2 y T6 con 0,38, 0,38 y 0,35 kilogramos respectivamente, en cambio los pesos más bajos registrados corresponden a T5, T1 y T4 con 0,34, 0,34 y 0,33 kilogramos o su equivalencia en gramos.

4.9. Rendimiento

Mamani (2014), en su trabajo de investigación reporta rendimientos en la variedad Pirata para la densidad 1 (17 plantas/m²) de 18213 kg/ha, densidad 2 (11 plantas/m²) 17780 kg/ha y para la densidad 3 (8 plantas/m²) de 16190 kg/ha en las mismas condiciones del presente trabajo, en comparación con el presente trabajo para la media de las variedades LEGACY y UG2111 se obtuvo para la densidad 1 (17 plantas/m²) 26,85 tn/ha (26850 kg/ha), densidad 2 (11 plantas/m²) 19,88 tn/ha (19880 kg/ha) y para la densidad 3 (8 plantas/m²) 15,28 tn/ha (15280 kg/ha), viendo una vez más la superioridad y calidad genética de las variedades del presente estudio en las densidad 1 y la densidad 2, superioridad atribuida al carácter genético y la influencia de la densidad.

Las producciones varían según se trate de brócolis ahijados o de pella, además del tipo de variedad. Pero

pueden estimarse unos rendimientos normales entre 15000 y 25000 kg/ha, en el presente estudio los rendimientos de ambas variedades se encuentran dentro de este rango e incluso con la densidad 1 (17 plantas/m²) está por encima de lo mencionado.

4.10. Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta los siguientes cálculos: rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos variables, costos de producción, beneficios netos y beneficio/costo.

a) Rendimiento ajustado

Es el rendimiento promedio de cada tratamiento, menos el 10% que refleja la diferencia entre el promedio del experimento y el posible rendimiento que se puede obtener en condiciones de un productor promedio.

Este ajuste toma en cuenta la diferencia entre el tamaño de una parcela experimental y una parcela de producción también se toma en cuenta el manejo del cultivo.

TABLA 2. Rendimiento ajustado del producto comercial (kg/m²)

Variedad	Densidad	Tratamiento	Rendimiento (kg/m ²)	Ajuste 10%	Rendimiento ajustado (kg/m ²)
Legacy	17 plantas/m ²	T1	5,86	0,59	5,27
Legacy	11 plantas/m ²	T2	4,27	0,43	3,84
Legacy	8 plantas/m ²	T3	3,01	0,30	2,71
UG2111	17 plantas/m ²	T4	5,10	0,51	4,59
UG2111	11 plantas/m ²	T5	3,61	0,36	3,25
UG2111	8 plantas/m ²	T6	2,86	0,29	2,57

Los resultados obtenidos en una parcela pequeña generalmente son sobre estimados, las parcelas pequeñas son más uniformes, que las grandes tanto en fertilidad como en preparación.

Según se observa en la tabla 2, la variedad LEGACY fue la que obtuvo el mayor rendimiento ajustado en tres densidades de siembra con rendimientos 5,27 kg/m² a

una densidad de 17 plantas/m² seguido por la variedad UG2111 cuyo promedio del rendimiento no supera los 4.59 kilos por metro cuadrado.

b) Beneficio bruto

El beneficio bruto es el beneficio total que se obtiene de multiplicar el rendimiento ajustado por el precio del producto.

TABLA 3. Beneficio bruto

Variedad	Densidad	Tratamiento	R. Ajustado (kg/m ²)	Precio Bs/kg	Beneficio Bruto (Bs/m ²)
Legacy	17 plantas/m ²	T1	5,27	2,20	11,59
Legacy	11 plantas/m ²	T2	3,84	2,20	8,45
Legacy	8 plantas/m ²	T3	2,71	2,20	5,96
UG2111	17 plantas/m ²	T4	4,59	2,20	10,10
UG2111	11 plantas/m ²	T5	3,25	2,20	7,14
UG2111	8 plantas/m ²	T6	2,57	2,20	5,66

En el caso de las variedades LEGACY y UG2111 con las distancias (17 plantas/m²), son las que obtuvieron mayor beneficio bruto con 11,59 y 10,10 Bs/m Respectivamente, debido a que los tratamientos 1 y 4 produjeron mayor cantidad de producto comercial.

c) Costos variables

En este análisis se tomaron en cuenta los costos que varían entre tratamientos, el análisis se realizó tomando en cuenta solamente los relacionados con insumos, mano de obra y herramientas utilizadas. Todos los gastos adicionales que se realizaron se consideraron como gastos fijos y son constantes para todos los tratamientos.

TABLA 4. Costos variables

Insumos	LEGACY			UG2111		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Semilla	1,19	0,77	0,56	1,19	0,77	0,56
Riego	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Mano de obra	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Comercialización	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Total CV (Bs/m ²)	2,69	2,27	2,06	2,69	2,27	2,06

d) Total costos de producción

El total de los costos de producción se define como la suma de los costos fijos (infraestructura y herramientas) y los costos variables que corresponden a gastos de un proceso productivo.

TABLA 5. Total costos de producción

	LEGACY			UG2111		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Insumos						
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TOTAL CF	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTAL CV	2,69	2,27	2,06	2,69	2,27	2,06
TOTAL Bs/m ²	3,19	2,77	2,56	3,19	2,77	2,56

La variedad LEGACY en sus tres densidades de siembra tiene un costo de producción relativamente igual en comparación de la variedad UG2111, esto se debe a que las semillas fueron adquiridas de la misma semillera ubicada en la ciudad de Cochabamba (AGROTECNIA) y al mismo costo.

e) Beneficio neto

Es el valor de todos los beneficios de la producción que se percibirá de los tratamientos menos el total de los costos de producción.

TABLA 6. Beneficio neto

	LEGACY			UG2111		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Insumos						
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio Bruto	11,59	8,45	5,96	10,10	7,14	5,66
Costos Producción	3,19	2,77	2,56	3,19	2,77	2,56
B. Neto Bs/m ²	8,40	5,68	3,40	6,91	4,37	3,10

La densidad de siembra 1 (17 plantas/m²) en la variedad LEGACY correspondiente al tratamiento T1, obtuvo un mayor beneficio neto de 8,40 Bs/m², en cambio la variedad UG2111 con la densidad de siembra 3 (8 plantas/m²) correspondiente al tratamiento T6, con un beneficio neto más bajo de 3,10 Bs/m²

f) Beneficio costo

En la tabla 7, se observa los valores del índice beneficio/costo de los seis tratamientos en estudio.

TABLA 7. Beneficio/Costo de cada tratamiento

	LEGACY			UG2111		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Insumos						
Tratamiento	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Beneficio Bruto	11,59	8,45	5,96	10,10	7,14	5,66
Costos Producción	3,19	2,77	2,56	3,19	2,77	2,56
B/C (Bs)	3,63	3,05	2,33	3,17	2,58	2,21

Los resultados que se presentan en la Tabla 7, muestran que todos los tratamientos obtuvieron réditos económicos, puesto que la relación beneficio/costo de los tratamientos son mayores a Bs. 1,00 lo que se entiende que por cada boliviano invertido habrá ganancias, se recuperará lo invertido, el tratamiento uno (T1) se presentó como el más rentable con un valor igual a 3,63 Bs/m².

En general, la ganancia fue de Bs. 2,05 en el tratamiento dos (T2), Bs. 1,33 para el tratamiento tres (T3), Bs. 1,21 para el tratamiento cuatro (T6), Bs. 1,58 del tratamiento cinco (T5).

Mamani (2014), registró en el análisis económico, el tratamiento 5 correspondiente a la variedad Pirata a densidad de siembra de 30x30 cm, tuvo una relación beneficio costo de 1,79 Bs/m² concluyendo que por cada unidad monetaria invertida se recuperó la inversión más un beneficio de 0,79 Bs. en el presente trabajo con la variedad LEGACY y con el T1 se obtuvo los mejores resultados llegando a una relación beneficio costo de 3,63 Bs/m² obteniendo así una ganancia de 2,63 Bs. observando una diferencia de 1,88 Bs. en comparación con el mencionado autor y se evidencia una vez más la rentabilidad de la variedad LEGACY junto al tratamiento 1.

5. CONCLUSIONES

El comportamiento de la temperatura durante el proceso de investigación se verificó que se encontraba en el rango óptimo que Sonora (2016) menciona (15 y 25°C), registrándose una temperatura promedio de 18,6°C lo cual nos asegura que el ambiente fue adecuado para el desarrollo en todas sus fases del cultivo de brócoli.

En la prueba de germinación la variedad LEGACY obtuvo alto valor de germinación 96%; mientras variedad UG2111 presentó 90% de germinación, obteniendo igual comportamiento en el proceso de la prueba de germina-

ción, lo cual nos indica que ambas variedades pueden ser usadas para ser almacenadas o en siembra directa.

La variedad LEGACY en la variable Porcentaje de prendimiento fue la de más alto valor con 84.82% de prendimiento; la variedad UG2111 presentó 71.68% de prendimiento, se concluye que, las dos variedades tuvieron un buen comportamiento agronómico al trasplante a una temperatura promedio de 19.7°C.

Para el factor variedades en la variable altura de la planta a la cosecha (cm), la variedad LEGACY (V1) presentó una altura de 52,15 cm, la variedad UG2111 (V2) registró una altura de 45,02 cm.

El ANVA indicó que el diámetro de tallo de las dos variedades fue estadísticamente similar, también se evidenció en campo, siendo que la variedad LEGACY presentó el mayor diámetro, con un promedio de 3,20 cm, siendo este mayor a la variedad UG2111, con un promedio igual a 2,92 centímetros.

Se determinó que la variable días a la madurez comercial UG2111 con 97 días a la formación de la pella, es una variedad precoz mientras que, LEGACY forma pella en un promedio de 109 días comportándose como variedad media.

A través del ANVA se evidencia que no hay diferencias significativas para la variable diámetro de inflorescencia, la variedad LEGACY, alcanzó un promedio de 13,00 cm. La variedad UG2111 presentó menor diámetro, con un promedio de 10,00 cm.

El ANVA indicó que para la variable peso de la inflorescencia las dos variedades son estadísticamente similares, se evidenció en campo, siendo que la variedad LEGACY presentó el mayor peso, con un promedio de 0,37 kilogramos, siendo este superior por gramos al promedio del peso de la inflorescencia de la variedad UG2111, con un promedio igual a 0.33 kilogramos.

La variable rendimiento muestra que estadísticamente existe diferencias significativas entre las densidades D1, D2 y D3, correspondiente al factor B, donde la densidad 1 (17plantas/m²) presentó un rendimiento de 26,85 (tn/ha), con respecto a las otras dos densidades, D2(11plantas/m²) con un rendimiento de 19,88 (tn/ha) y D3 (8 plantas/m²) con un rendimiento de 15,28 (tn/ha).

En la investigación se determinó que a través de la producción de brócoli se obtuvo una buena rentabilidad esta-

bleciendo que la mejor relación beneficio/costo está dado por el T1 (Variedad LEGACY a una densidad de 17plantas/m²) ya que por cada Boliviano invertido se obtiene una ganancia de 2,63 bolivianos, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

6. RECOMENDACIONES

Para obtener plantas de brócoli robustas y vigorosas, con pellas mejor desarrolladas en diámetro no muy grandes y peso promedio, por los resultados obtenidos en la investigación de la variedad LEGACY y UG211 por su buen comportamiento agronómico y adaptación son una alternativa de producción, en carpa solar o a campo abierto, puesto que se tuvo buenos resultados en el rendimiento de producto comercial.

Utilizar los distanciamientos de siembra de 0,30 x 0,20 m solo con estas dos variedades, ya que genera mayor cantidad de plantas y número de pellas comerciales/ha. Lo cual generara buenos rendimientos y ganancias.

Continuar con la investigación, utilizando una de estas variedades, con el distanciamiento de siembra recomendado y probando varios programas nutricionales de fertilizantes, cultivo hidropónico y bajo cultivo orgánico.

Realizar estudios concernientes a la calidad de la cabeza comercial y las preferencias que tiene el consumidor por alguna variedad de brócoli, de esta manera cultivar variedades que son apetecidas.

7. REFERENCIAS

- BUENA SALUD, 2011. Enciclopedia coleccionable. Bolivia. No 34. 8-9 p.
- JARAMILLO N. J. E.; DIAZ, D. C.A. 2006. El cultivo de las crucíferas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. Manual Técnico 20. 10 – 23 p.
- MAMANI, V. 2014. Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de brócoli (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado en el Centro Experimental Cota Cota. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 42 – 76 p.
- PORCO, F. Y TERRAZAS, J. 2009. Horticultura Aplicaciones Prácticas. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz. Bolivia. 172 p.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, BO), 2012. Datos Climáticos. La Paz, Bolivia. s.p.
SONORA, U. D. 2016. El cultivo de brócoli. Producción de hortalizas DAG/hort-010, 1-2 p.