



CONSORCIACIÓN DE REMOLACHA CON HORTALIZAS DE HOJA

INTERCROPPING OF BEET WITH LEAFY VEGETABLES

Adriana Velázquez Medina^{1*}, Oscar Luis Caballero Casuriaga¹ y Edith Diana María Ruiz Díaz Lovera¹

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

*Autor por correspondencia: adryanavm31@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar la asociación de remolacha (*Beta vulgaris*) con distintas hortalizas de hoja, considerando características agronómicas y productivas. El estudio se llevó a cabo en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales. Los tratamientos consistieron en: T1: remolacha en monocultivo, T2: remolacha + lechuga, T3: remolacha + perejil y T4: remolacha + cebollita. Se evaluaron las siguientes variables: peso de la raíz tuberosa, diámetro equatorial y diámetro polar de la raíz. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Los resultados indicaron que ninguna de las asociaciones evaluadas, ni el monocultivo, generaron efectos significativos sobre las variables analizadas ni sobre la incidencia de malezas.

Palabras clave: Consorciación, hortalizas de hoja, remolacha.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the intercropping of beet (*Beta vulgaris*) with various leafy vegetables, considering agronomic and productive characteristics. The experiment was conducted at the experimental field of the Faculty of Agricultural Sciences, National University of Concepción. A randomized complete block design (RCBD) was used, with four treatments and five replications, totaling 20 experimental units. The treatments were as follows: T1: beet in monoculture, T2: beet + lettuce, T3: beet + parsley, and T4: beet + chives. The variables evaluated included tuberous root weight, equatorial diameter, and polar diameter of the root. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and treatment means were compared using Tukey's test at a 5% significance level. The results indicated that none of the intercropping treatments, nor the monoculture, had significant effects on the evaluated variables or on weed incidence.

Keywords: Intercropping, leafy vegetables, beet.

INTRODUCCIÓN

La producción hortícola posee gran importancia para el pequeño productor rural, y en los últimos tiempos las huertas familiares han pasado a convertirse en pequeñas unidades de producción y comercialización de hortalizas, reportando interesantes ingresos económicos en la familia; sobre todo debido a los crecientes niveles de demanda de los consumidores por productos frescos, sanos y de calidad (FAO, 2020; Guzmán y Quintero, 2021).

En la búsqueda de nuevas estrategias, ha nacido el uso de policultivos que tiene su inicio en una producción de supervivencia, conocida como agricultura de subsistencia, este sistema se va implementando para aprovechar al máximo el terreno, y es muy difundido entre los campesinos de escasos recursos naturales y económicos (Silva et al., 2008).

Con la técnica de diversidad de cultivos se reduce la probabilidad de pérdida de las cosechas en su totalidad ya que si uno de los cultivos se pierde ya sea por plagas o enfermedades o por los distintos factores, se podría compensar con la del otro cultivo y así no se tendría una pérdida total de los cultivos y de los recursos económicos (Rezende et al., 2009).

Esta técnica posibilita una mayor productividad por área al estimular la combinación de especies que van a utilizar mejor el espacio, nutrientes, agua y luz solar, además de los beneficios que una planta proporciona a la otra en el control de plagas y enfermedades (Aguirre, 2017). La producción de cultivos hortícolas en asociaciones ayudaría a mantener plantas saludables, mejorando las autodefensas del cultivo y al mismo tiempo alejaría los insectos plaga que buscan alimentarse de individuos enfermos (Ochoa, 2018). Las malezas están bien adaptadas al cultivo que infestan en razón de sus características morfológicas y fenológicas. Solo unos pocos cultivos hortícolas son buenos competidores porque cubren el suelo tapando las malezas.

Con la práctica de los policultivos se puede ofrecer a los agroecosistemas una mayor cantidad de biomasa (materia orgánica) de mejor calidad, lo cual ayuda a mantener la productividad constante del suelo (Cruz, 2009). El objetivo general de este trabajo fue evaluar la consorciación de remolacha con hortalizas de hoja, cuyos objetivos específicos evaluados fueron: peso de raíz tuberosa, diámetro ecuatorial, polar de la raíz e incidencia de maleza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó bajo condiciones de campo en la parcela de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, ubicada en el km 210 de la Ruta Py05 Gral. Bernardino Caballero. Cuyas coordenadas son, latitud sur 23°24'38", y longitud 57°24' y 49,9" altura de 44 msnm (Google Earth, 2022).

Las condiciones generales del clima del Departamento son las siguientes, temperatura media anual 27 °C, la humedad relativa del aire media anual 80 % y una precipitación anual media de 1.000 a 1200 mm (DINAC, 2022). El suelo de la parcela experimental se caracteriza por ser de origen calcáreo, aptas en su mayor parte para la producción, presentan predominantes suelos arenosos con granulometría fina y gruesa alternado, rojos de mediana a alta fertilidad, sueltos y con buena profundidad. Para la determinación de las propiedades físicas y químicas se extrajeron muestras de suelo de puntos seleccionados al azar a una profundidad de 20 cm y se remitió al laboratorio, cuyos resultados fueron: pH (en agua): 6,97; MO (%): 3,17; Al+H (Cmol/LS): 0,0; Ca+Mg: (mg.dm³): 3,62; P (mg/LS): 40,71; K (cmol/LS): 0,42.

El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar (DBCA), con 4 tratamientos y 5 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales (UE), el número total de muestras útiles para el cultivo principal (remolacha) fueron 33 plantas. La dimensión de cada parcela fue de 5 m² con 5 metros de largo y 1 m de ancho, totalizando así 140 m² de área total, con una superficie de 20 metros (m) de largo y 7 m de ancho. Los tratamientos consistieron en la consorciación de remolacha con tres especies de hortalizas de hojas, siendo la remolacha el cultivo principal, T1: remolacha (monocultivo); T2: remolacha + lechuga; T3: remolacha + perejil y T4 remolacha + cebollita. La parcela experimental fue preparada por medio de herramientas manuales (azada, pala y rastrillo), levantando tablones de 0,2 m de altura y 1 m de ancho, con incorporación de estiércol bovino en dosis de 4 kg m², complementada con aplicación al voleo en forma manual en superficie de esta misma enmienda al momento de la preparación de los tablones mencionados, a razón de 2 kg m² mezclando con el suelo para la incorporación de la misma. Los tablones fueron separados entre sí, por camineros de 0,5 m de ancho, donde cada UE tuvo 1 m de ancho x 5 m de longitud. La lechuga, la remolacha, el perejil y la cebollita fueron sembrados

directamente en los tablones, a chorillo con posterior raleo. Las hortalizas mencionadas no tienen el mismo ciclo de cultivo, por lo que se tuvo en cuenta el ciclo del cultivo principal (remolacha) para llevar a cabo la cosecha. La distribución en los tablones, según las asociaciones respectivas que compusieron los tratamientos, se realizó de la siguiente forma: T1 (remolacha en monocultivo), 4 hileras por tablón, considerando un distanciamiento de 0,2 m entre hileras y 0,15 m entre plantas (después del raleo); T2 (remolacha + lechuga), 2 hileras de remolacha con distanciamiento de 0,8 m x 0,15 m, y entre estas, dos hileras de lechuga, distanciadas a 0,25 m de cada hilera de remolacha y 0,3 m entre sí, con distancia entre plantas de lechuga de 0,3 m; T3 (remolacha + perejil), 2 hileras de remolacha con distanciamiento de 0,8 m x 0,15 m, y entre estas, dos hileras de perejil, distanciadas a 0,4 m de cada hilera de remolacha y 0,4 m entre sí, con distancia entre plantas de perejil de 0,15 m (después del raleo); T4 (remolacha + cebollita), 2 hileras de remolacha con distanciamiento de 0,8 m x 0,15 m, y entre estas, dos hileras de cebollita, distanciadas a 0,4 m de cada hilera de remolacha y 0,4 m entre sí, con distancia entre plantas de cebollita de 0,2 m.

El método de irrigación fue mediante regadera de flor fina de 12 L, en dos ocasiones diarias (mañana y tarde), teniendo en cuenta los niveles de humedad del suelo y la turgencia de las plantas. El riego se realizó de manera cuidadosa y en volumen uniforme, distribuyendo 6 L por m^2 en cada ocasión. Los tablones fueron mantenidos libres de malezas mediante la realización de carpidas, hasta el momento en que los cultivos en monocultivo o asociaciones, fueron establecidos. No se utilizó ningún tipo de fertilizante químico, y no se previó la aplicación de productos fitosanitarios sintéticos durante el desarrollo de los cultivos, adaptándose un sistema natural de control de plagas y enfermedades, mediante defensivos caseros, como el extracto de ajo. Para la preparación del mismo, fue lavado, secado y picado en trozos pequeños, añadiendo a la preparación 75 gramos de ajo para 10 litros de agua, luego fue llevado a ebullición por 20 minutos y enfriada la solución estaba lista para ser aplicada. La aplicación se hizo en forma preventiva, en dosis de 0,5 L por UE, con frecuencia de dos veces por semana. El monitoreo de las UE fue a diario, y no se detectaron problemas fitosanitarios.

Las cosechas fueron realizadas a medida que las hortalizas fueron alcanzando la madurez

comercial, teniendo en cuenta el ciclo del cultivo principal (Remolacha) y al mismo tiempo se realizaron las determinaciones respectivas, apenas realizada la cosecha, a fin de minimizar pérdidas de humedad y turgencia.

Las evaluaciones se realizaron posteriores a la cosecha a los 65 (DDS) días después de la siembra para su posterior pesaje, en el laboratorio de Fitopatología de la FCA – UNC. La determinación de peso de la raíz tuberosa (g) se realizó pesando las raíces de las remolachas cosechadas mediante balanza electrónica de precisión y promediadas. Los resultados fueron expresados en gramos. El diámetro ecuatorial y polar de la raíz fueron medidos mediante regla centimetrada y promediados; con respecto al porcentaje del intervalo de incidencia de maleza a los 25; 40; 55 días se realizó mediante un marco de madera de 1 m x 1 m, a los 25 días, el cual fue dispuesto al azar sobre la superficie del tablón, contabilizando el número de malezas que queden dentro del cuadro, y llevando a porcentaje en relación a la cantidad máxima de maleza encontrada, para los 40 y 55 días, se realizaron las mediciones con ayuda de una cinta métrica, hilo y estacas, para hacer el cuadro y contabilizar las malezas, y de esta manera no dañar los cultivos instalados.

Los datos fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) en el caso de la observación el efecto significativo de tratamientos, las medias fueron comparadas entre sí por el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Peso de raíz tuberosa

Los tratamientos aplicados al cultivo de remolacha no afectaron significativamente el peso de raíz tuberosa. El peso de la remolacha en consorciación con la lechuga alcanzó 233,98 g, la cual parece ser la consorciación de mayor empatía entre ambas especies vegetales, dado que posibilitó los mejores resultados productivos en el rubro estudiado, en comparación al T3 (remolacha + perejil) donde se obtuvo 224,45 g, que fue el peso de menor cuantía (Tabla 1).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Reis y Reis (2013), quienes evaluaron el comportamiento de cultivos de zanahoria y lechuga en sistemas consorciados y encontraron que la productividad y calidad de raíces no se vieron afectadas por el tipo de sistema (monocultivo o consorcio).

Tabla 1. Comparación de medias del peso de la raíz tuberosa de la remolacha en monocultivo y asociación (g).

Tratamientos	Peso promedio de raíz tuberosa (g) ^(NS)
T2 Remolacha + lechuga	233,98 a
T1 Remolacha	228,99 a
T4 Remolacha + cebollita	226,25 a
T3 Remolacha + perejil	224,45 a
Media general:	228,42
CV (%):	7,38
DMS (5%):	31,67

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: no significativo. CV: Coeficiente de variación. DMS (5%): Diferencia mínima significativa.

En contraste, Junior et al. (2002), en una investigación realizada para evaluar la producción de mandioca intercalada con lechuga y remolacha, observaron que la productividad de las raíces de remolacha en las plantas en monocultivo fue un 69,26% mayor que en las intercaladas con mandioca. Esto permite suponer que pueden ser alteradas por las condiciones de cultivo y por las diferencias de suelo, clima y estado fisiológico de los cultivos.

Diámetro ecuatorial de la raíz tuberosa

El diámetro ecuatorial de la raíz tuberosa es uno de los componentes morfológicos más relevantes en la determinación del peso y calidad del cultivo. Según los resultados presentados en la Tabla 2 (prueba de Tukey al 5%), no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. No obstante, se registraron diferencias mínimas desde el punto de vista agronómico, donde el T2 (remolacha + lechuga) mostró el mayor valor promedio de diámetro ecuatorial con 7,02 cm, superando levemente al monocultivo de remolacha (T1), que alcanzó 6,93 cm.

Resultados contrastantes fueron reportados por Junior et al. (2002), quienes, en un estudio bajo sistema de cultivo orgánico, observaron que el diámetro de raíz de remolacha en monocultivo fue un 31,93% mayor que en consorcio con lechuga. Este comportamiento fue atribuido a una menor competencia por recursos en el monocultivo y a un uso más eficiente del suelo. Las discrepancias con los resultados del presente estudio pueden explicarse por diferencias en el cultivar de lechuga utilizado, las especies acompañantes,

así como las condiciones edafoclimáticas y de manejo del cultivo.

Tabla 2. Comparación de medias para el diámetro ecuatorial de la raíz tuberosa en monocultivo y asociación (cm).

Tratamiento	Diámetro ecuatorial de la raíz tuberosa (cm) ^(NS)
T2 Remolacha + lechuga	7,02 a
T4 Remolacha + cebollita	6,94 a
T3 Remolacha + perejil	6,93 a
T1 Remolacha	6,93 a
Media general:	6,95
CV (%):	3,36
DMS (5%):	1,38

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: no significativo. CV: Coeficiente de variación. DMS (5%): Diferencia mínima significativa.

Reis y Reis (2013), en una investigación realizada en el cultivo de la remolacha azucarera, no obtuvo diferencias estadísticas para el parámetro de diámetro de la raíz en los dos sistemas de cultivo. Sin embargo, destacaron que, desde el punto de vista agronómico, el cultivo en consorcio también arrojó resultados favorables. Este hallazgo concuerda con los obtenidos en la presente investigación, donde el consorcio con lechuga permitió alcanzar el mejor desempeño para este parámetro.

Diámetro polar de raíz tuberosa

En la Tabla 3 se presentan los valores medios del diámetro polar de la raíz tuberosa en remolacha, bajo tratamientos de monocultivo y consorcio con hortalizas de hoja. No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Si bien, desde el punto de vista agronómico, se observaron ligeras variaciones, donde el T2 (remolacha + lechuga) presentó el mayor valor promedio con 7,09 cm, seguido por el T1 (remolacha en monocultivo) con 6,99 cm, el T4 (remolacha + cebollita) con 6,97 cm, y finalmente el T3 (remolacha + perejil) con 6,95 cm. Estos resultados, al ser comparados con los valores del diámetro ecuatorial, indican que las raíces tuberosas presentaron una forma redondeada, ya que ambas determinaciones fueron similares en todos los tratamientos.

Tabla 3. Comparación de medias para el diámetro polar de la raíz tuberosa en monocultivo y asociación (cm).

Tratamientos	Diámetro polar de la raíz tuberosa (cm) (NS)
T2 Remolacha + lechuga	7,09 a
T1 Remolacha	6,99 a
T4 Remolacha + cebollita	6,97 a
T3 Remolacha + perejil	6,95 a
Media general:	6,78
CV (%):	4,10
DMS (5%):	1,69

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: no significativo. CV: Coeficiente de variación. DMS (5%): Diferencia mínima significativa.

Los resultados del presente estudio contrastan con los reportados por Junior et al. (2002), quienes observaron que las especies cultivadas en consorcio (mandioca, lechuga y remolacha) mostraron un rendimiento superior cuando fueron cultivadas en monocultivo, en todas las variables evaluadas. En cambio, en este experimento, el monocultivo de remolacha

presentó menores valores de diámetro polar en comparación con las asociaciones. De manera complementaria, Sugasti et al. (2013) registraron resultados promisorios en sistemas de asociación entre rabanito, lechuga y quiabo, lo que refuerza la viabilidad de los cultivos consorciados como estrategia para mejorar ciertos parámetros productivos.

Por su parte, De Souza et al. (2006), al estudiar el desempeño agroeconómico del consorcio lechuga-remolacha, no encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos de monocultivo y consorcio para las variables estudiadas, lo que respalda los hallazgos del presente trabajo.

Incidencia de malezas

En la Tabla 4 se presentan las medias correspondientes a la incidencia de malezas en el cultivo de remolacha, evaluada bajo sistemas de consorcio y monocultivo. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos a los 25, 40 y 55 días después de la siembra. Sin embargo, se observó una tendencia favorable en el tratamiento T2 (remolacha + lechuga), que presentó menor incidencia de malezas en los tres períodos de evaluación.

Tabla 4. Análisis de medias para la determinación de incidencia de maleza a los 25, 40 y 55 días.

Tratamientos	Incidencia de maleza (%)		
	25 días (NS)	40 días (NS)	55 días (NS)
T2 Remolacha + lechuga	59,03 a	58,40 a	42,29 a
T1 Remolacha	61,88 a	62,73 a	44,11 a
T4 Remolacha + cebollita	65,13 a	65,62 a	49,76 a
T3 Remolacha + perejil	65,43 a	59,85 a	44,96 a
Media general:	62,86	61,65	45,28
CV (%):	25,13	31,86	37,20
DMS (5%):	29,67	36,88	31,63

Medias seguidas por la misma letra, no difieren entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. NS: no significativo. CV: Coeficiente de variación. DMS (5%): Diferencia mínima significativa.

Aunque la diferencia no fue significativa desde el punto de vista estadístico, los resultados sugieren que la asociación con lechuga contribuyó a una mayor cobertura del suelo, lo cual podría haber limitado la emergencia y desarrollo de malezas. En este sentido, Rezende et al. (2005) afirma que las hileras más próximas y/o un mayor número de plantas por unidad de superficie permiten una cobertura más rápida del suelo, lo que reduce la germinación y competencia de las malezas con el cultivo. Este principio fue corroborado en la presente investigación, donde los sistemas de consorcio presentaron mejores resultados en la supresión de malezas que el monocultivo.

CONCLUSIONES

Las diferentes asociaciones entre remolacha y hortalizas de hoja, así como el monocultivo, evaluadas en esta investigación, no ejercieron efectos significativos sobre el peso de la raíz tuberosa, el diámetro equatorial, el diámetro polar de la raíz, y en la incidencia de malezas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S. (2017). *Policultivos y silvopastoreo como estrategias agroecológicas de productores familiares en Colonia Gestido*. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/8887>

- Cruz, M. A. (2009). Eficiencia relativa de la tierra y perspectivas de dos policultivos de temporal en santa cruz Xoxocotlan, Oaxaca. Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad-Oaxaca. http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx/xm_lui/handle/LITER_CIIDIROAX/683
- De Souza, J. P., Macedo, M. A. D. S., De Souza, C. G., & Abboud, A. C. D. S. (2006). Desempenho Agroeconômico Do Consórcio Alfabeterraba Sob Sistema Orgânico. <https://ageconsearch.umn.edu/record/146383/?v=pdf>
- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil). (2022). Registro de precipitaciones y temperaturas anual. Departamento de Concepción.
- FAO. 2020. Sostenibilidad de la agricultura. Objetivos de desarrollo sostenible. Doc. Técnicos. FAO. En: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/241/es>
- Google Earth, (2022). Mapa satelital, Concepción (Paraguay).
- Guzmán, M., & Quintero, M. F. (2021). El reto de la horticultura moderna en la calidad de vida. *Avances de la horticultura*, 40. <https://doi.org/10.17584/VIIHorticultura>
- Junior, C. F. T., Zárate, N. A. H., & do Carmo, M. (2002). Produção da mandioquinha-salsa consorciada com alface e beterraba. *Acta Scientiarum Maringá*, 24(5), 1447-1454. <https://pdfs.semanticscholar.org/d674/b5e88a2c911d4dbd9797da9f8301f390b917.pdf>
- Ochoa, L. J. B. (2018). *Farmer crop variety mixtures to cope with disease epidemics in the common bean cropping system of the Ecuadorian highlands*. Sapienza Università di Roma. <https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1077355>
- Reis, J. M. R., Rodrigues, J. F., & REIS, M. D. A. (2013). Adubação em consórcio de beterraba com alface. *Encyclopédia Biosfera*, 9(17), 41-48. <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/Adubacao%20em%20Consorcio.pdf>
- Rezende, B. L. A., Barros Júnior, A. P., Cecílio Filho, A. B., Pôrto, D. R. Q., y Martins, M.I. E.G. (2009). Custo de produção e rentabilidade das culturas de alface, rabanete, rúcula e repolho em cultivo solteiro e consorciadas com pimentão. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(1), 305-312. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000100042>
- Rezende, B. L. A., Cecílio Filho, A. B., Fábio, C., & Martins, M. I. E. (2005). Análise econômica de cultivos consorciados de alface americana x rabanete: um estudo de caso. *Horticultura Brasileira*, 23, 853-858. <https://www.scielo.br/j/hb/a/gJkQGmc85xcwWkd6Y7D99CB/?lang=pt>
- Silva, G. S., Rezende, B. L. A., Cecílio Filho, A. B., Barros Júnior, A. P., Martins, M. I. E. G., y Porto, D. R. Q. (2008). Viabilidade econômica do cultivo da alface crespa em monocultura e em consórcio com pepino. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(5), 1516-1523. <https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000500024>
- Sugasti, J. B., Junqueira, A. M. R., & Saboya, P. A. (2013). Consórcio de rabanete, alface e quiabo e seu efeito sobre as características agronômicas das culturas, produção e índice de equivalência de área. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 8(2), 214-225. <https://orgprints.org/25663/>