

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOPLÁSTICA (SAMCO) EN EL CULTIVO
DE MAÍZ DULCE (ZEA MAYS CONVAR. SACCHARATA) EN CHILLÁN**

POR

FERNANDO PATRICIO ESPINOZA GONZÁLEZ

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCIÓN PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO.**

**CONCEPCIÓN-CHILE
2025**

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOPLÁSTICA (SAMCO) EN EL CULTIVO
DE MAÍZ DULCE (ZEA MAYS CONVAR. SACCHARATA) CHILLÁN**

POR

FERNANDO PATRICIO ESPINOZA GONZÁLEZ

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE
CONCEPCIÓN PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO.**

**CONCEPCIÓN-CHILE
2025**

Aprobada por:

Profesor Asociado, Susana Fischer G.
Ing. Agrónomo Dr. Cs.

Guía

Profesor Asociado, Antonio Pinto R.
Ing. agrónomo, Dr. Cs.

Asesor

Profesor Asociado, Abdelhalim Khaled E.
Ing. agrónomo, Dr. Cs.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.
Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
Resumen.....	1
Summary.....	1
Introducción.....	2
Materiales y Métodos	5
Resultados y Discusión	9
Conclusiones.....	21
Referencias	22
Apéndice	25

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

		Página
Figura 1.	Crecimiento de plantas de maíz dulce establecidos con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	9
Figura 2.	Peso total obtenido de plantas de maíz dulce establecidos con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	11
Figura 3.	Variación de precio de la mazorca de maíz dulce (\$unidad ⁻¹) durante las temporadas 2023, 2024 y primer trimestre del 2025 en el terminal hortofrutícola agro chillán.....	18
Tabla 1.	Promedio biomasa aérea (hojas y caña) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	11
Tabla 2.	Promedio altura de planta (cm) y largo de raíces (cm) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.	12
Tabla 3.	Promedio peso biomasa aérea (g), biomasa radicular (g) y peso total de planta (g), obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	12
Tabla 4.	Promedios de masa de mazorca (g), peso de biomasa (g) y peso total de mazorca (g), obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	13
Tabla 5.	Promedio de número de filas, número de granos por fila, total de granos de la mazorca obtenidos en el establecimiento de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO	14

	y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	
Tabla 6.	Peso de disco (g) y peso de disco limpio (g) de mazorca, obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.	15
Tabla 7.	Índice de cosecha obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	15
Tabla 8.	Rendimiento esperado en el cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.	16
Tabla 9.	Grados brix (°Bx) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	17
Tabla 10.	Resumen de ingresos obtenidos del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	19
Tabla 11.	Resumen de costos asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	20
Tabla 12.	Resumen económico asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	21
Apéndice 1.	Tabla de sensibilidad asociado al cultivo de maíz dulce establecido sin cubierta en la comuna de chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	25
Apéndice 2.	Tabla de sensibilidad asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.....	25

EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIOPLÁSTICA (SAMCO) EN EL CULTIVO DE MAÍZ DULCE (*ZEA MAYS CONVAR. SACCHARATA*) CHILLÁN.

EVALUATION OF BIOPLASTIC TECHNOLOGY (SAMCO) IN THE CULTIVATION OF SWEET CORN (*ZEA MAYS CONVAR. SACCHARATA*) IN CHILLÁN.

Palabras índice adicionales: Biodegradable, cubiertas, rendimiento, fisiología, sólidos solubles.

RESUMEN

El uso de cubiertas bioplásticas ha permitido revolucionar el rubro agrícola permitiendo establecer prematuramente cultivos, disminuir la evaporación del agua presente en el suelo y evitar la presencia de malezas que compitan con el cultivo. Esto favorece al establecimiento anticipado de cultivos exigentes climáticamente en zonas en que el clima se ha observado fluctuante en los años los últimos años. De acuerdo con lo mencionado se fijó como objetivo el evaluar el desarrollo del maíz dulce (Sh2) bajo cubiertas biodegradable de la empresa SAMCO. El experimento se llevó a cabo en condiciones de campo al aire libre en Chile. Se evaluó el uso de cubiertas biodegradables de color transparente y amarillo, además de un establecimiento control que corresponde a siembra tradicional. Las características físicas asociadas a la planta de maíz tuvieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los cultivos bajo cubierta y el establecido tradicionalmente durante su fase de crecimiento, perdiendo su significancia al comenzar su estado reproductivo (V5). Las mazorcas no presentaron diferencias significativas en el número de filas ($p > 0,05$), sin embargo, el número de granos por filas, la cantidad total de granos y la concentración de sólidos solubles (Brix), fue significativo ($p \leq 0,05$) en los cultivos bajo cubiertas.

SUMMARY

The use of bioplastic covers has revolutionized agriculture by allowing crops to be planted earlier, reducing water evaporation from the soil, and preventing the growth of weeds that compete with crops. This favors the early establishment of climate-demanding crops in areas where the climate has been observed to fluctuate in recent years. In line with the above, the objective was to evaluate the development of sweet

corn (Sh2) under biodegradable mulch from the company SAMCO. The experiment was carried out in open field conditions in Chile. The use of transparent and yellow biodegradable mulch was evaluated, in addition to a control establishment corresponding to traditional sowing. The physical characteristics associated with the corn plant showed significant differences ($p \leq 0.05$) between crops under cover and those established traditionally during their growth phase, losing their significance at the beginning of their reproductive stage (V5). The ears of corn did not show significant differences in the number of rows ($p > 0.05$), however, the number of kernels per row, the total number of kernels, and the concentration of soluble solids ($^{\circ}$ Brix) were significant ($p \leq 0.05$) in crops under covers.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de su historia, el planeta ha experimentado variaciones como parte de procesos naturales. Estos cambios se ven reflejados, en una serie de alteraciones de los factores ambientales como lo son la temperatura, precipitaciones (exceso como déficit) y concentración de CO₂ atmosférico. Este conjunto de elementos son críticos para el crecimiento y desarrollo de las diferentes especies vegetales (Jarma *et al.*, 2012).

El término “cambio climático”, se utiliza para hacer referencia al cambio o variación en los patrones climáticos observados durante el último siglo. Sin embargo, según lo establecido por La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992), el cambio climático se define como un "cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables".

El cambio climático ha adquirido una relevancia importante a considerar en la planificación productiva, especialmente, en la última década, en la que se ha promulgado una serie de tratados internacionales que buscan minimizar el efecto de las industrias sobre el medio ambiente, incluida la agricultura.

Las zonas productivas de Chile podrían desplazarse de 1 a 2 regiones, hacia el sur del país, en búsqueda de mejores condiciones climáticas. Variando así, los

cultivos característicos de la región de Maule, hacia las zonas productivas de las regiones del Biobío y Araucanía. Así, por ejemplo, cultivos anuales como el maíz, al ser una especie exigente en temperatura, podría presentar una caída en los rendimientos de un 10 a 20% en el valle central, desde las regiones de Coquimbo a Biobío, en contraste con un aumento de hasta un 50 % en el rendimiento en zonas costeras y de precordillera, de esta zona. No obstante, en la zona sur del país podrían aumentar los rendimientos del cultivo entre un 30 y un 200 % (ODEPA, 2013).

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie con centro de origen en Mesoamérica, lo que hoy corresponde a México y Guatemala, pertenece a la familia Poaceae y actualmente es considerado el principal cultivo del mundo, seguido por el arroz (*Oryza sativa* L.) y el trigo (*Triticum aestivum* L.) que también pertenecen a esta familia (FAO, 2025).

Se caracteriza por poseer hojas lanceoladas, largas y alternas con sus extremos afilados, abrazadas al tallo por vainas. El tallo posee un aspecto de caña, cilíndrico, articulado y fistuloso. Su floración es de tipo diclino-monoico, es decir, posee ambos órganos reproductivos en la misma planta, pero en diferentes ubicaciones dentro de la misma. La flor femenina es la encargada de desarrollar la mazorca, la cual emerge desde las yemas laterales de las hojas, a diferencia de la flor masculina, denominado “panoja” el que se encuentra ubicada en la zona apical. Presenta raíces primarias fasciculadas, acompañadas de raíces secundarias o adventicias que, en determinadas situaciones, pueden extenderse más allá de la superficie del suelo. Ambos tipos de raíces desempeñan la función principal de asegurar la planta al terreno mediante su anclaje (Montoro & Ruiz, 2017).

El cultivo de maíz dulce se cultiva, generalmente, en las regiones Metropolitana, O'Higgins y Maule, en la temporada de primavera-verano, no obstante, por la precocidad característica del cultivo, este puede ser establecido en todas las regiones del país, siempre y cuando se encuentre cultivado en las condiciones ideales de temperatura (entre 25 °C y 30 °C), para su desarrollo. De lo contrario, al estar sometidos, en partes de su desarrollo, por temperaturas menores a 8 °C, se

utiliza tecnologías de protección, como ocurre en las zonas más australes del país (Saavedra, 2019).

Un adecuado establecimiento del cultivo de maíz está determinado por la capacidad, que tenga la planta, de desarrollar una buena estructura radicular al momento de la germinación y emergencia de esta. Al respecto, se ha demostrado que, esta etapa, se encuentra relacionado a la temperatura que presenta el suelo al momento de ser sembrada la semilla. Para el desarrollo de raíces, la temperatura mínima, óptima y máxima que requiere es de 7,8 °C, 30,5 °C y 40,8 °C respectivamente. A su vez, para el crecimiento de raíces, la temperatura mínima, óptima y máxima que requiere es de 3,7 °C, 28,3 °C y 38,9 °C respectivamente (Walne & Reddy, 2022).

Temperaturas, ya sea mínimas y máximas, que superen o estén por debajo del umbral podrían impedir la germinación de las semillas o limitar el desarrollo de la masa radicular lo que resultaría en una menor producción de biomasa y mazorcas disponibles para la comercialización.

En la actualidad, en diversos sistemas productivos, tal como en el del maíz, se ha incorporado el uso de acolchados. Al respecto, en la agricultura, se utiliza una amplia variedad de acolchados o cubiertas plásticas, las cuales pueden clasificarse como orgánicas o inorgánicas. Estas últimas, son las que se utilizan mayoritariamente debido a su menor costo de implementación en comparación con las cubiertas orgánica como aquellas cuya materia prima utilice, almidones, paja, entre algunos ejemplos. Sin embargo, el uso indiscriminado de este tipo de cubierta y la labranza de suelo, con este material plástico inorgánico, ha generado un aumento en la contaminación de suelos agrícolas, provocado por la presencia de restos plásticos y microplásticos (Pedra *et al.*, 2024).

A nivel comercial, se encuentran disponibles plásticos orgánicos biodegradables, en formato de cubiertas, que, tras pasar las pruebas de laboratorio, son puestos a disposición para los agricultores. Un ejemplo, es el proporcionado por la empresa SAMCO Systems. Este film se diseñó para que funcione como un pequeño invernadero, capaz de generar un microclima, reteniendo la humedad y

temperatura en su interior. Esto, acelera el proceso de germinación y promueve el desarrollo temprano de raíces, lo que, posibilita el establecimiento del cultivo de maíz, en zonas propensas a heladas, extendiendo la temporada de crecimiento (Shine, 2019).

En la actualidad, SAMCO comercializa dos variedades de cubiertas. El “*Soil Bio-Plastic*” que utiliza la tecnología MATER-BI. Entre este tipo de cubiertas, la variedad Clean (transparente) es completamente biodegradable y tiene un bajo impacto ambiental en su elaboración. Ha obtenido la certificación *OK Biodegradable Soil certified* otorgada por el instituto de certificación austriaco TÜV. Por otro lado, la opción Oxo-Biodegradable, fabricada en Irlanda, experimenta una transformación molecular completa en presencia de oxígeno y condiciones climáticas. Este plástico se vuelve totalmente biodegradable debido a la acción de hongos y microorganismos del suelo, transformándose, íntegramente, en dióxido de carbono, agua y biomasa (SAMCO, 2023).

De acuerdo con los antecedentes anteriormente presentados, el objetivo principal de esta investigación será evaluar el uso de cubierta bioplástica (SAMCO) en el cultivo de maíz dulce (*Zea mays convar. saccharata*) en la zona de Chillán. Para ello se considerará, los siguientes objetivos específicos i) evaluar el desarrollo del cultivo de maíz dulce bajo cobertura bioplástica, ii) evaluar la productividad del cultivo del maíz dulce bajo cobertura bioplástica y iii) Análisis de costos de producción de maíz dulce con uso de cobertura bioplástica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Manejo agronómico

El cultivo se estableció, en condiciones de campo, el 28 de septiembre de 2023 en la Estación Experimental “El Nogal” de la Universidad de Concepción, ubicada en la Provincia de Diguillín, Región Ñuble (36°35'S, 72°04'54'O y 140 m.s.n.m). De topografía plana con pendientes entre 0 - 1 %, en un suelo de la serie Arrayán (*Medial, amorphic, thermic Humic Haploxerands*), el cual se caracteriza por ser profundo, bien drenado, de clase textural franco arcillo limosa, bien estructurada en superficie y abundante porosidad (Stolpe, 2005). El clima de esta localidad

corresponde a mediterráneo temperado con temperaturas mínimas y medias anuales de 3,8 °C y 20,3 °C, respectivamente. Durante el periodo de investigación las temperaturas medias mensuales fueron de 10,2 °C en septiembre, 12,1 °C en octubre, 13,7 °C en noviembre, 17,7 °C en diciembre del 2023 y la temperatura media de enero 2024 fue de 21,4 °C (Meteochile, 2025). El suelo se preparó con arado de vertedera y rastraje, realizando una intervención en el suelo para cada labor. Se utilizó una sembradora neumática modificada (SAMCO), el cual, además de realizar la siembra realizó la instalación de las diferentes cubiertas biodegradables. La variedad utilizada correspondió a él híbrido Sorel (Sh2), de la empresa Harris Moran®, sembradas con una distancia entre hilera de 75 cm y sobre hilera de 20 cm, alcanzando una densidad total de 66.666 plantas por hectárea.

En presiembra se utilizó para la fertilización el paquete tecnológico contemplado por la empresa SAMCO como fuente una mezcla 17 - 20 - 20 de fertilización N-P-K en una dosis de 500 kg de mezcla ha⁻¹ y durante el desarrollo del cultivo se aplicaron 3 parcialidades de nitrógeno (presiembra, estadio V4 y V5) a la forma de Urea en una dosis total de 500 kg ha⁻¹. El control de malezas se efectuó con la aplicación de, Adengo 465SC®, 0,4 L ha⁻¹, compuesto por los ingredientes activos Isoxaflutol y Tiencarbazona-metilo y el control preventivo de insectos, aplicando 4 L ha⁻¹ de clorpirifos incorporados al suelo, a la siembra.

Los tratamientos establecidos fueron la siembra convencional de maíz dulce, a suelo descubierto, la siembra de maíz utilizando cobertura plástica biodegradable transparente y cobertura plástica biodegradable amarillo, ambas de tecnología SAMCO instaladas al momento de ser sembradas.

Se aplicó riego total por aspersión de 5670 mm durante las etapas V01 y V7 con una frecuencia de 7 días.

En postemergencia se aplicó 250 cc ha⁻¹ de herbicida Soberan, Atrazina 2 L ha⁻¹, compuesto por 6-cloro-N²-etil-N⁴-isopropil-1,3,5-triazina-2,4-diamina en conjunto a un coadyuvante Induce PH 1 L ha⁻¹.

El maíz se cosechó con la desecación de las sedas (pelos), con chalas apretadas y turgentes, encontrándose el grano en estado lechoso a pastoso.

Diseño experimental

Se estableció un diseño en bloque completamente al azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones. La unidad experimental correspondió a un arreglo de suelo tipo mesa de 0,9 m de ancho y 6 m de largo, donde se dispusieron 2 hileras de maíz, separadas a 0,75 m entre hileras y de acuerdo con el tratamiento, cubiertas con plástico biodegradable de 25 μ m, transparente y por otra parte amarillo (tecnología SAMCO). Además del tratamiento control, donde se sembró maíz dulce de manera convencional, sin cubierta plástica.

Evaluaciones

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes mediciones cada tres semanas, a partir de la etapa fenológica V2, según la escala BBCH (Meier, 1998)

Altura de planta (cm). Se midió la altura de plantas dentro de los 4 m centrales de cada unidad experimental, en ambas hileras, utilizando una regla graduada en cm. Se midió la altura desde el comienzo de raíces hasta la punta más alta de la planta.

Largo de raíces (cm). Se midió el largo de raíz, seleccionando 5 plantas dentro de los 4 m centrales de cada unidad experimental, en ambas hileras, utilizando una regla graduada en cm, después de extraerlas del suelo con una pala a una profundidad de 25 cm.

Peso fresco de raíces (g). Se midió la masa de raíces de plantas dentro de los 4 m centrales de cada unidad experimental, en ambas hileras, utilizando una báscula de precisión graduada en g.

Biomasa aérea (peso fresco de caña y hojas) (g). Se separaron las unidades que conformaban las plantas y se midió la biomasa de caña y hojas de plantas dentro de los 4 m centrales de cada unidad experimental, en ambas hileras, utilizando una báscula de precisión graduada en g.

Al llegar la planta a su estado reproductivo (en escala de BBCH del 5 al 7) y posterior cosecha se aplicaron las siguientes mediciones:

Número de mazorcas por planta. En el estado reproductivo se contó el número de mazorcas presentes en una muestra de 5 plantas de cada unidad experimental.

Peso fresco de mazorca (g). Se midió el peso fresco de cada mazorca que fue extraída de manera manual de cada unidad experimental, utilizando la báscula de precisión graduada en g.

Número de granos por mazorca. Se contabilizó el número de granos por mazorca como resultado del producto del número de filas presentes en cada mazorca por número de granos por fila con aptitudes de comercialización, en 5 plantas por unidad experimental.

Peso fresco del disco de maíz. Se realizó un corte transversal de la mazorca obteniendo un disco de 5 granos de largo, el cual se midió su peso fresco con la báscula de precisión graduada en g, en 5 plantas por unidad experimental.

Rendimiento. Se estimó el rendimiento a través del peso fresco obtenido de cada mazorca, multiplicando por 66.500 plantas que se estiman como esperados al momento de cosecha.

Índice de cosecha (IC). Se calculó a través de la fórmula $IC = \frac{Yg}{BAT}$, donde Yg corresponde al peso de la mazorca y BAT corresponde al peso de biomasa aérea total. (Rodríguez *et al.*, 2016)

Sólidos solubles (Brix). Se extrajo los granos del disco de maíz, los cuales fueron triturados con un mortero con pilón y separados los residuos sólidos de los líquidos, siendo este último componente llevado a un refractómetro digital graduado en Brix.

Análisis estadístico

Los datos recolectados se evaluaron a través de ANDEVA. La comparación de medias se realizó a través de LSD Fischer con un nivel de significación de $p > 0,05$.

Para los supuestos del análisis de varianza se aplicó la prueba de normalidad

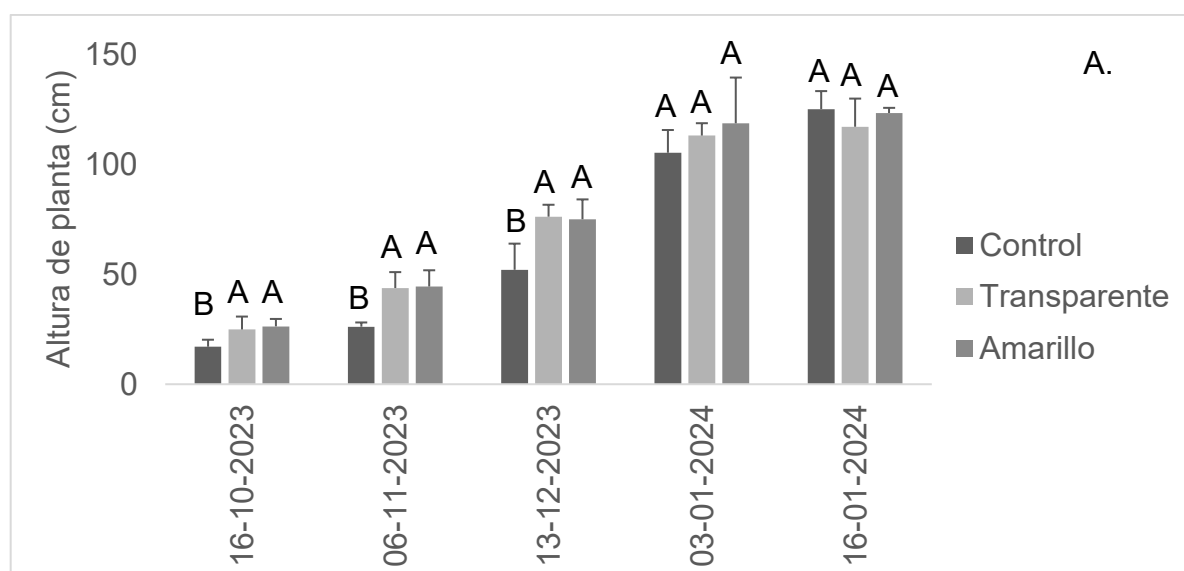
con Shapiro-Wilk modificada y las pruebas de homocedasticidad de Levene, con 95 % de confianza. Los datos fueron analizados por el programa InfoStat Statistical® Versión 2008 (Balzarini *et al.*, 2008).

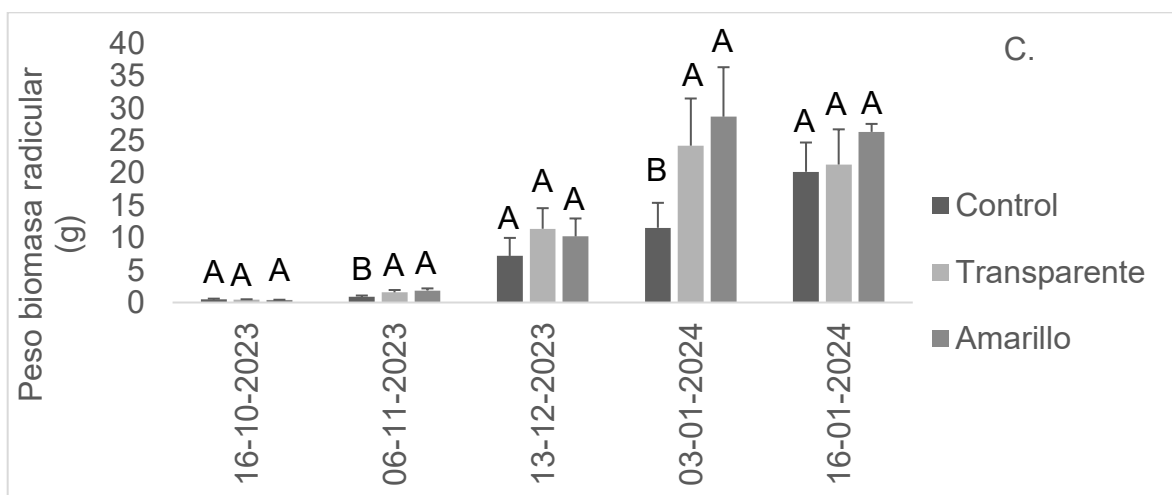
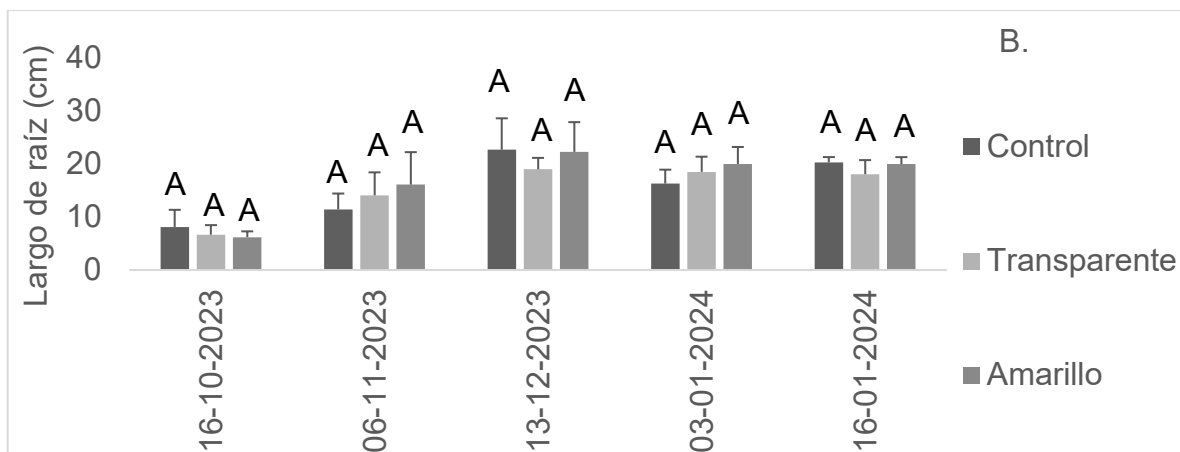
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo del cultivo

Se observó que la altura de planta obtenida bajo el uso de las diferentes cubiertas fue significativamente mayor ($p \leq 0,05$) durante los primeros 76 días de cultivo (28 de septiembre al 13 de diciembre del 2023) en comparación con el establecimiento tradicional o tratamiento control (Figura 1 a). Sin embargo, los tres tratamientos lograron desarrollar un largo de raíces acorde a la variedad y sin diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$; Figura 1 b). No obstante, al determinar el peso de raíces, se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los cultivos establecidos bajo cubiertas biodegradables amarillo y transparente alcanzando un peso de 28,67 g y 24,20 g, respectivamente, mientras que el cultivo establecido de forma tradicional fue de 11,53 g (Figura 1 c).

Figura 1. Crecimiento de plantas de maíz dulce establecidos con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.





La biomasa aérea de planta presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) desde la primera medición del día 16 de octubre hasta el 03 de enero, esto se debe a que el uso de cubiertas le permitió lograr un microclima con temperaturas óptimas a nivel radicular y entorno para el desarrollo del cultivo, independiente de la temperatura ambiental presente (Tabla 1).

El peso total de planta presentó diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) desde la medición del día 16 de octubre hasta el 03 de enero, principalmente en aquellas que se establecieron bajo cubiertas biodegradables. Estos tratamientos presentaron una planta con un crecimiento y desarrollo considerablemente mayor en comparación a las que se establecieron de manera tradicional obteniéndose

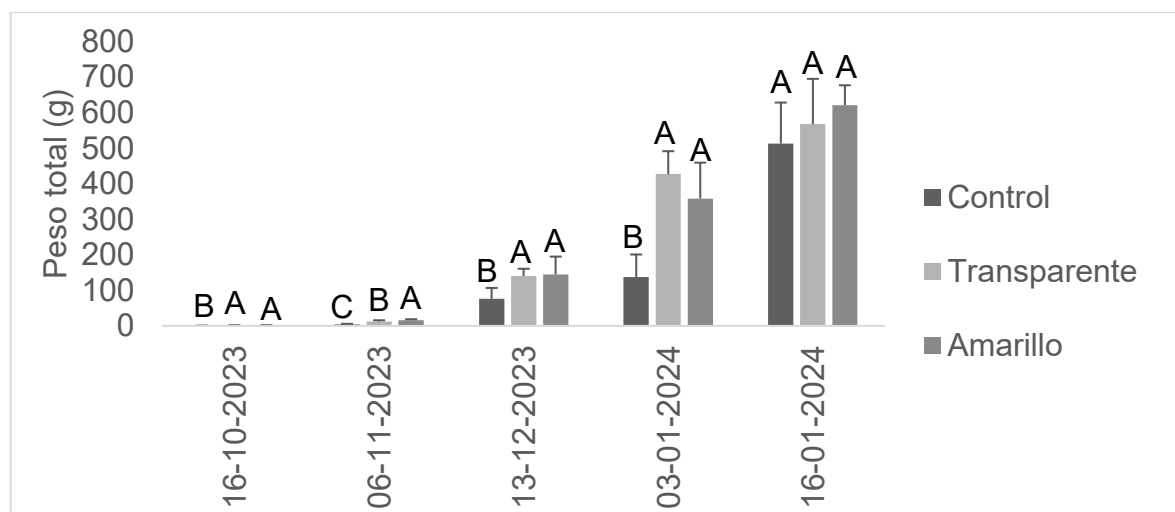
como pesos promedio del tratamiento control 512 g, transparente 567 g y amarillo 620 g (Figura 2).

Tabla 1. Promedio biomasa aérea (hojas y caña) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

	Peso biomasa aérea (g)				
	16-10-2023	06-11-2023	13-12-2023	03-01-2024	16-01-2024
Control	0,34 b	3,48 c	68,73 b	137,18 b	487,9 a
Transparente	1 a	10,56 b	128,81 a	426,74 a	541,17 a
Amarillo	1,14 a	14,28 a	134,28 a	358,18 a	591,5 a
DMS	0,443	3,49	49,19	166,96	171,55
CV (%)	38,95	26,9	32,27	39,42	19,85

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V.: Coeficiente de variación.

Figura 2. Peso total obtenido de plantas de maíz dulce establecidos con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.



Cosecha del cultivo

Al analizar las muestras correspondientes a la planta (altura de planta, largo de raíz, peso total, peso radicular y biomasa aérea), se observó que no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en ninguno de los datos mencionados, esto se

debe a que las plantas se encuentran en estado previo a la cosecha. El maíz establecido de forma directa alcanzó la etapa 7.3 en la escala BBCH, mientras que los cultivos establecidos bajo diferentes cubiertas alcanzaron la etapa final 7.9 del estado lechosos del grano, al momento de ser cosechados (Tabla 2 y 3).

Tabla 2. Promedio altura de planta (cm) y largo de raíces (cm) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Características	
	Altura (cm)	Largo de raíz (cm)
Control sin cubierta	125 a	20,3 a
Cubierta transparente	117 a	18,06 a
Cubierta amarillo	123,25 a	19,95 a
DMS	15,35	3,13
CV (%)	7,88	10,06

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

Tabla 3. Promedio peso biomasa aérea (g), biomasa radicular (g) y peso total de planta (g), obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Peso		
	Biomasa aérea (g)	Biomasa radicular (g)	Peso total (g)
Control sin cubierta	487,9 a	20,17 a	512,91 a
Cubierta transparente	541,17 a	21,29 a	567,13 a
Cubierta amarillo	591,5 a	26,33 a	620,35 a
DMS	171,5	7,15	180,2
CV (%)	19,85	19,79	19,88

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

En la Tabla 4, el peso total de mazorca, el peso de biomasa (chapas de la mazorca) y el peso de la mazorca, no presentaron una diferencia significativa a cosecha ($p > 0,05$). Actualmente, el rendimiento y características de la variedad Sorel de Harris Moran ®, corresponde a un nuevo ingreso nacional, por lo que se decidió que se comparará con la variedad Apolo (Sh2) de la empresa Tuniche.

Tabla 4. Promedios de masa de mazorca (g), peso de biomasa (g) y peso total de mazorca (g), obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Características		
	Peso Mazorca (g)	Peso Biomasa (g)	Peso total mazorca (g)
Control sin cubierta	206,18 a	66,57 a	274,7 a
Cubierta transparente	224,77 a	77,41 a	307,57 a
Cubierta amarillo	263,19 a	83,99 a	348,41 a
DMS	66,3	32,72	78,9
CV (%)	17,94	26,92	15,9

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

En la tabla 5, el número de filas presentes en la mazorca no tuvo diferencias significativas ($p > 0,05$) indicando que se mantiene en un rango asociados a la variedad, el cual según catálogo entregado por Tuniche (2020) corresponde a 16-18 filas. En cambio, al analizar el número de granos por fila en la mazorca, se observó diferencias significativas ($p \leq 0,05$), donde el establecimiento sin cubierta obtuvo la mayor cantidad de granos, siendo 41 por fila. Esto podría explicarse a que el cultivo sin cubiertas se desarrolló en condiciones de mayor temperatura durante la polinización, favoreciendo la formación del tubo polínico. Según Faiguenbaum (2003), la temperatura óptima para este proceso en maíces dulces corresponde a 24 °C, siendo un factor clave en el rendimiento. Por ello, se observaron diferencias

significativas en el total de granos ($p \leq 0,05$), siendo el establecimiento con siembra directa el que presentó una mayor cantidad de granos totales.

Estos resultados evidencian que las cubiertas no inciden en la formación de números de filas, pero si condicionan la expresión de granos por fila y el total de granos por mazorca.

Tabla 5. Promedio de número de filas, número de granos por fila, total de granos de la mazorca obtenidos en el establecimiento de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Características		
	N° filas	Granos por filas	Total de granos
Control sin cubierta	15,75 a	41,38 a	646,5 a
Cubierta transparente	15,25 a	32,63 b	496,63 b
Cubierta amarillo	15,63 a	36,63 ab	572,50 ab
DMS	2,11	5,61	126,37
CV (%)	8,49	9,5	13,81

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

El peso del disco con sus respectivos granos y el disco completamente limpio (sin granos adheridos) no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), por lo que la cantidad de materia residual asociado al desgranado de maíces dulces en la industria para congelados sería equivalente en las diferentes formas de establecimiento del cultivo (Tabla 6). Según Soto (2024), el raquis de la mazorca presenta un alto potencial de valorización en la industria para la elaboración de biocombustibles, materiales cementantes, biopolímeros, aditivos alimentarios e incluido la utilización en la remoción de metales pesados como el Cadmio y el Plomo.

Tabla 6. Peso de disco (g) y peso de disco limpio (g) de mazorca, obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Características	
	Peso del disco (g)	Peso disco limpio (g)
Control sin cubierta	36,58 a	16,25 a
Cubierta transparente	36,26 a	14,64 a
Cubierta amarillo	46,35 a	16,26 a
DMS	11,3	3,52
CV (%)	17,85	14,02

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

Índice de cosecha

Al analizar el índice de cosecha (IC) se logró determinar que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos de establecimiento, alcanzando un promedio de un 58 % del total de la biomasa producida por el cultivo, destinado a los granos (Tabla 7).

Tabla 7. Índice de cosecha obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Índice de cosecha (IC)
Control sin cubierta	0,57 a
Cubierta Transparente	0,58 a
Cubierta Amarillo	0,59 a
DMS	0,081
CV (%)	8,78

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

Rendimiento

Según Faiguenbaum (2003), menciona que el rendimiento promedio del maíz dulce en Chile corresponde a 18 t ha^{-1} , con un mínimo óptimo de 12 t ha^{-1} y un máximo de 30 t ha^{-1} . Para el cálculo de rendimiento de maíz se utilizó datos otorgados en

catalogo técnico de la empresa Tuniche (2024), en el que menciona que, la variedad Apolo (Sh2), se estima 50.000 mazorcas a cosecha. En el ensayo, se establecieron 66.500 plantas ha⁻¹, por lo que el rendimiento obtenido se estimó con aquel factor. En el establecimiento de maíz dulce sin cubierta se obtuvo un rendimiento promedio esperado de 13,7 t ha⁻¹, para el establecimiento con cubierta transparente el rendimiento esperado es de 15 t ha⁻¹ y el rendimiento del establecimiento con cubierta amarilla se estima en 17,5 t ha⁻¹. Al evaluar estadísticamente se obtuvo que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre el establecimiento directo y el establecimiento con cubierta transparente y amarillo. No obstante, las diferencias numéricas observadas sugieren una tendencia favorable en el uso de cubiertas biodegradables, especialmente de color amarillo (Tabla 8).

Tabla 8. Rendimiento esperado en el cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Tratamientos	Características		
	Peso mazorca 1 (g)	Numero de plantas ha ⁻¹	Rendimiento t ha ⁻¹
Control sin cubierta	274,7		13,7 a
Cubierta transparente	307,57	66.500	15,0 a
Cubierta amarillo	348,41		17,5 a
DMS			4,41
CV (%)			17,93

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

Sólidos solubles

Los grados Brix (°Bx) es una forma para determinar la concentración de azúcares disponibles en un fruto, el cual, según sea lo solicitado por la industria deberá estar dentro de un rango de valores óptimos para la comercialización. Este valor permitirá estimar la fecha óptima de cosecha del producto de interés (frutos o granos) según corresponda (Barbagelata *et al.*, 2019). Al evaluar los Brix presentes en las

diferentes mazorcas, se observó que si se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los cultivos establecidos bajo cubiertas y el cultivo establecido de manera directa. Así los granos de los cultivos establecidos bajo cubiertas presentaron una mayor concentración de azúcar alcanzando valores de 16,65 °Bx para cubierta transparente, 17,86 °Bx para cubierta amarilla, mientras que para el establecimiento tradicional fue de 14,68 °Bx (Tabla 9).

La concentración de sólidos solubles en maíces dulces está directamente relacionado con la concentración de humedad presente en el suelo, por lo que, valores inferiores presentes en el establecimiento sin cubiertas se puede relacionar a este factor, a diferencia de los cultivos con cubiertas que presentaron un microclima en suelo durante los primeros 60 días del cultivo (Luchsinger, 2008).

Tabla 9. Grados Brix (°Bx) obtenido del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

	Tratamientos		
	Control sin cubierta	Cubierta transparente	Cubierta amarillo
°Brix	14,68 b	16,65 a	17,86 a
DMS		1,72	
CV (%)		6,54	

Letras minúsculas distintas indican diferencia significativa ($P < 0,05$) dentro de cada columna; C.V: Coeficiente de variación.

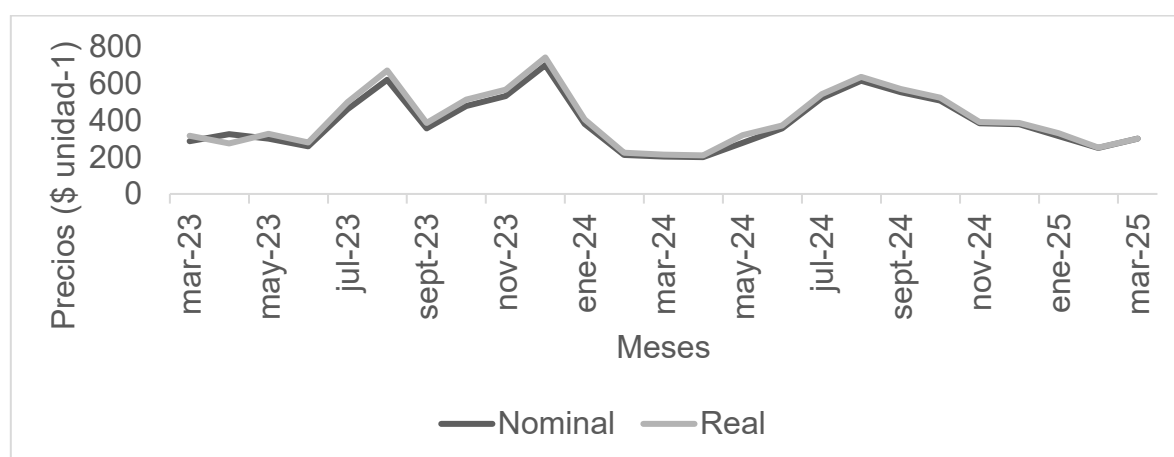
Análisis de precios

En la Figura 3, al analizar los precios unitarios al cual se comercializó la mazorca de maíz dulce en el mercado Terminal Hortofrutícola Agro Chillán, se observó que, en los años 2023 y 2024, el mes de agosto fue el que presentó el mayor precio de comercialización, el cual en promedio fue de \$654 unidad⁻¹. A partir del mes de agosto del 2024, se observó una disminución considerable en el precio que se puede comercializar el maíz dulce en el mercado como promedio de los años 2023 y 2024 (ODEPA, 2025).

La variación de precios puede ser resultado de la estacionalidad del producto, siendo la temporada de invierno, el que presenta el mayor precio disponible por su falta de oferta presente en el mercado nacional. En cambio, la temporada de verano se encuentra en plena cosecha del maíz a través de todo Chile, forzando a la disminución del precio debido a la alta oferta en el mercado.

Se utilizó el precio real observado durante las diferentes épocas de cosecha, en el que el mes de enero presentó un valor de \$ 347 y el mes de febrero fue de \$ 231.

Figura 3. Variación de precio de la mazorca de maíz dulce (\$unidad⁻¹) durante las temporadas 2023, 2024 y primer trimestre del 2025 en el Terminal Hortofrutícola Agro Chillán.



Ingresos

Los ingresos proyectados están directamente relacionados con la cantidad de mazorcas a cosechar y el momento de comercialización del producto. En los tratamientos con cubierta, el momento de cosecha esperado es la primera quincena de enero, periodo en que el precio promedio registrado de mazorca en el mercado Hortofrutícola de Chillán fue de \$ 347. En cambio, para el tratamiento sin cubierta, la cosecha estaría estimada para la primera quincena de febrero, por lo que el precio rondaría los \$ 231 por mazorca. Los ingresos brutos obtenidos en el establecimiento con cubiertas fueron de \$ 23.075.500 a diferencia del establecimiento sin cubierta que el ingreso bruto esperado es de \$ 15.361.500, ambos cultivos con un rendimiento de 66.500 mazorcas a cosecha (Tabla 10).

La diferencia de ingresos entre tratamientos se debe a que las cubiertas SAMCO permiten retener de manera más eficiente la temperatura, generando un microclima óptimo para el desarrollo de las plantas de maíz, aun cuando estas sean establecidas antes de la fecha recomendada para la zona, la cual tiende a ser entre el 15 de octubre y el 15 de noviembre. El aumento de la temperatura y humedad asociado al uso de estas cubiertas favorece una germinación más rápida y el desarrollo prematuro de raíces, otorgándole al cultivo una ventaja inicial en su crecimiento y desarrollo (Shine, 2019).

Tabla 10. Resumen de ingresos obtenidos del cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

	Cultivo con cubiertas	Cultivo sin cubiertas
Producción (mazorcas ha ⁻¹)	66.500	
Fecha de cosecha	11 de enero	11 de febrero
Valor unitario	\$347	\$231
Ingresos brutos	\$23.075.500	\$15.361.500

Costos

La estimación del presupuesto para un proyecto agrícola es clave para analizar la rentabilidad y apoyar la toma de decisiones del productor. En el cultivo de maíz, los principales costos corresponden a mano de obra, maquinaria e insumos como semillas, insecticidas, herbicidas y fertilizantes. Además, se incluyeron costos de los activos no desembolsables como las bombas de riego y aspersores utilizados en la temporada.

El costo total por hectárea de maíz bajo cubiertas biodegradables SAMCO, se estima en \$ 4.278.888, considerando los costos directos, no desembolsables y de capital. Los activos fijos se le aplicó una tasa de depreciación por periodo del cultivo de un 5 %. El costo de capital se estimó con una tasa de un 3,8 % sobre dichos activos.

El costo de producir una hectárea maíz dulce sin cubiertas corresponde a \$2.961.348, incluyendo los mismos tipos de costos y metodología de cálculo (Tabla 11).

El cultivo con cubierta, los mayores costos corresponden a insumos (38 %), seguido del ítem “otros” (36 %), el cual incluye el valor de la cubierta SAMCO (\$1.518.389). La mano de obra representa un 11 % y maquinaria un 5 %. Esto se debe que al usar cubiertas biodegradables nos evitamos el control químico de malezas de hoja ancha en estados fenológicos superiores a V5, disminuyendo sus costos.

El tratamiento sin cubierta, los insumos alcanzan el 56 % del total, reflejando que el cultivo posee una mayor dependencia a los productos aplicables para suplir las condiciones poco controladas del cultivo. Los costos asociados a mano de obra y maquinaria corresponden a 17 % y 8 % respectivamente, esto debido a que se deben realizar una mayor cantidad de intervenciones agronómicas para lograr el rendimiento esperado del cultivo. La categoría “otros” posee una menor participación en la distribución de costos, ya que, no se integra el valor de las cubiertas SAMCO, resultando solo el 7 % del costo total.

Tabla 11. Resumen de costos asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Costos	Cultivo sin cubierta	Cultivo con cubierta SAMCO
Costos directos	\$2.738.866	\$4.056.405
Costos indirectos	\$0	\$0
Costos No desembolsable	\$127.133	\$127.133
Costo Capital	\$95.350	\$95.350
Costo total	\$2.961.348	\$4.278.888

Al comparar la producción de maíz dulce se pudo observar que el cultivo bajo cubiertas tuvo un aumento de un 44,4 % de los costos en relación con el cultivo sin

cubiertas; sin embargo, este incremento no es relevante al momento de analizar los ingresos netos de cada cultivo, puesto que el uso de cubiertas supera en un 51,1 % al cultivo sin cubiertas, con ingresos de \$ 18.796.612 y \$ 12.400.152 respectivamente (Tabla 12).

Tabla 12. Resumen económico asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO y tratamiento sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023 - 2024.

Resumen económico		
	Cultivo sin cubierta	Cultivo con cubierta SAMCO
Total costos directos	\$2.608.443	\$3.863.243
Imprevistos (5 %)	\$130.422	\$193.162
Costos de capital	\$222.483	\$222.483
Total de costos	\$2.961.348	\$4.278.888
Ingreso esperado	\$15.361.500	\$23.075.500
Margen Neto	\$12.400.152	\$18.796.612

Tabla de sensibilidad

Al analizar la sensibilidad de rendimientos y precios realizada para ambos sistemas productivos, logra diferencias significativas en términos de ingresos brutos obtenidos. En un escenario adverso, cuando disminuyen en tanto los rendimientos y el precio (30 % menos de rendimiento y 25 % menos de precio), el cultivo bajo cubiertas obtendría ingresos superiores al cultivo sin cubierta. Esta diferencia se puede explicar por el adelanto de la cosecha del cultivo de maíz optando a mejores precios en el mercado. De este modo, el uso de cubiertas no solo permite hacer mejoras a nivel agronómico, sino también en la estabilidad y rentabilidad económica del cultivo (Apéndice 1 y 2).

CONCLUSIONES

El cultivo de maíz dulce bajo cubiertas permitió una siembra y cosecha anticipadas, mostrando un buen desempeño en los parámetros fisiológicos evaluados. Sin embargo, la exposición a temperaturas por debajo del mínimo óptimo afectó

negativamente la cantidad de granos por mazorca, siendo este efecto más pronunciado en el cultivo con cubiertas en comparación con el sin cubiertas.

El cultivo de maíz dulce bajo cubiertas respondió de manera favorable en el rendimiento del cultivo y en la concentración de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$). No obstante, el índice de cosecha fue similar entre cultivo con coberturas y el que no lo tenía.

Los costos asociados al establecimiento del cultivo de maíz dulce bajo cubiertas presentaron un aumento de un 44,4 % en comparación al cultivo sin cubiertas. Sin embargo, los ingresos obtenidos fueron un 50 % superior, resultando en una mayor rentabilidad para el sistema con cubiertas.

REFERENCIAS

1. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Observatorio del Principio 10. <https://observatoriop10.cepal.org/es/media/411>
2. Dirección Meteorológica de Chile. (2024). Anuario climatológico: Estación General Bernardo O'Higgins, Chillán: Promedios y totales anuales. <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/anualb/anuarioClimatologico/360011/20242>
3. Faiguenbaum, H. (2003). Maíz dulce. *Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile* (pp. 221-266). Editorial Ograma S.A.
4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2025). FAOSTAT: Producción de cultivos y productos ganaderos (QCL). <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize> Licencia: CC-BY-4.0
5. InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
6. Jarma, A., Cardona, C., & Araméndiz, H. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63-76.

7. Luchsinger, A., & Camilo, F. (2008). Rendimiento de maíz dulce y contenido de sólidos solubles. *Idesia (Arica)*, 26(3), 21–29. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292008000300003>
8. Meier, U. (Ed.). (1998). Compendio para la identificación de los estadios fenológicos de especies mono- y dicotiledóneas cultivadas. Centro Federal de Investigaciones Biológicas para la Agricultura y la Silvicultura (BBA).
9. Montoro, A., Ruiz, M (2017). Ecofisiología del cultivo de maíz dulce (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Horticultura Argentina*, 36 (91), 153-166.
10. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2013). Plan de adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario. https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2019/07/plan_CC_Silvoagropecuario.pdf
11. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2025). Precios mayoristas de frutas y hortalizas — Serie histórica. Consultado el 22 de junio de 2025. <https://www.odepa.gob.cl/precios/mayoristas-frutas-y-hortalizas> Licencia: CC-BY
12. Pedra, F., Inácio, M.L., Fareleira, P., Oliveira, P., Pereira, P. y Carranca, C. (2024). Long-Term Effects of Plastic Mulch in Sandy Loam Soil Used to Cultivate Blueberry in Southern Portugal. *Pollutants*, 4(1), 16-25. <https://doi.org/10.3390/pollutants4010002>
13. Barbagelata, R., Fuentes, V. & Baschini, M. (2019). Grados Brix (índice refractométrico): Concepto Físicoquímico Aplicado a la Resolución de un Problema Agronómico. *Industria & Química*, no. 369, 11. https://www.researchgate.net/profile/Veronica-Martinez-9/publication/359621943_Produccion_de_Hidrogeno_Biologico_para_Celdas_d_d_Combustible_Tipo_PEM/links/6245a8d15e2f8c7a034cbcbf/Produccion-de-Hidrogeno-Biologico-para-Celdas-de-Combustible-Tipo-PEM.pdf#page=13
14. Saavedra del R., G., Jana, C. & Kehr, E. (2019). Hortalizas para procesamiento agroindustrial. *Boletín INIA- Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. no. 411. <https://biblioteca.inia.cl/items/76789844-e641-4d08-bbc4-72f852b23132>
15. Shine, R. (2019). Production of bio-degradable mulch film with innovating sowing solutions as the future for agriculture. *Acta Hort.* 1252, 85-92 DOI:10.17660/ActaHortic.2019.1252.11

16. Soto, M. (2024). Aprovechamiento de residuos del maíz (zea mays) en la industria: Revisión bibliográfica. *RIVAR*, 11(31), 212-229. <https://www.scielo.cl/pdf/rivar/v11n31/0719-4994-rivar-11-31-212.pdf>
17. Stolpe, N.B. (2005). *Descripciones de los principales suelos de la VIII Región de Chile*. Publicaciones Departamento de Suelos y Recursos Naturales N°1. Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Chillán, Chile.(pp. 5-6)
18. SAMCO System. (s. f.). *Clear Mulch Film*. SAMCO System. <https://www.samco.ie/clear-mulch-film/>
19. Tuniche. (2020). *Ficha Técnica Apolo*. <https://www.tunichechile.cl/wp-content/uploads/2020/10/Super-Dulce-Apolo.pdf>
20. Walne, C.H.; Reddy, K.R. (2022). Temperature Effects on the Shoot and Root Growth, Development, and Biomass Accumulation of Corn (*Zea mays* L.). *Agriculture*, 12 (4). <https://www.mdpi.com/2077-0472/12/4/443>

APÉNDICE

Apéndice 1. Tabla de sensibilidad asociado al cultivo de maíz dulce establecido sin cubierta en la comuna de Chillán durante la temporada 2023-2024.

		-25 %	-10 %	0 %	10 %
Variación %	Unidades (rendimiento)	\$ 173	\$208	\$231	\$254
0 %	66500	\$11.521.125	\$13.825.350	\$15.361.500	\$16.897.650
-10 %	59850	\$10.369.013	\$12.442.815	\$13.825.350	\$15.207.885
-20 %	53200	\$9.216.900	\$11.060.280	\$12.289.200	\$13.518.120
-30 %	46550	\$8.064.788	\$9.677.745	\$10.753.050	\$11.828.355

Apéndice 2. Tabla de sensibilidad asociado al cultivo de maíz dulce establecido con cubiertas biodegradables SAMCO en la comuna de Chillán durante la temporada 2023-2024.

		-25 %	-10 %	0 %	10 %
Variación %	Unidades (rendimiento)	\$260	\$312	\$347	\$382
0 %	66500	\$17.306.625	\$20.767.950	\$23.075.500	\$25.383.050
-10 %	59850	\$15.575.963	\$18.691.155	\$20.767.950	\$22.844.745
-20 %	53200	\$13.845.300	\$16.614.360	\$18.460.400	\$20.306.440
-30 %	46550	\$12.114.638	\$14.537.565	\$16.152.850	\$17.768.135