

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA



**ESTUDIO DE CASO EN EL DIMENSIONAMIENTO DE INDICADORES DE
SOSTENIBILIDAD A NIVEL DE PREDIO AFC PRODUCTOR DE ARÁNDANOS**

POR

FELIPE FABIÁN YÁÑEZ CASTRO

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

CONCEPCIÓN – CHILE
2023

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ESTUDIO DE CASO EN EL DIMENSIONAMIENTO DE INDICADORES DE
SOSTENIBILIDAD A NIVEL DE PREDIO AFC PRODUCTOR DE ARÁNDANOS**

POR

FELIPE FABIÁN YÁÑEZ CASTRO

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

**CONCEPCIÓN – CHILE
2023**

Aprobada por:

Profesor Asistente, Ricardo Muñoz C.
Ing. Agrónomo, Dr.

Guía

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

Asesor

Profesor Asociado, Antonio Pinto R
Ing. Agrónomo, Mg.Ph.D.

Asesor

Guillermo Wells Moncada
Ingeniero Agrónomo Mg.Sc.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	1
Summary	1
Introducción	2
Materiales y métodos	4
Resultados y discusión	7
Conclusiones	14
Apéndices	19
Anexos	27

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura1 Índices de sostenibilidad de indicadores económicos aplicados a un huerto AFC de arándanos en, Linares, región del Maule.....	9
Figura 2 Índices de sostenibilidad de indicadores ambientales aplicados a un huerto AFC de arándanos en, Linares, región del Maule.....	11
Figura 3 Índices de sostenibilidad de indicadores ambientales aplicados a un huerto AFC de arándanos en, Linares, región del Maule	11
Figura 4 Índices de sostenibilidad de indicadores sociales aplicados a un huerto AFC de arándanos en, Linares, región del Maule.....	13

ESTUDIO DE CASO EN EL DIMENSIONAMIENTO DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD A NIVEL DE PREDIO AFC PRODUCTOR DE ARÁNDANOS.

CASE STUDY IN THE DIMENSIONING OF SUSTAINABILITY INDICATORS AT THE LEVEL OF AFC BLUEBERRY PRODUCING PROPERTY.

Palabras índice adicionales: sostenibilidad, berries, productividad, rendimiento.

RESUMEN

La sostenibilidad se centra en analizar la capacidad que tienen un sistema agrario para cubrir las necesidades de forma continua en el tiempo, por esta razón es necesario conocer que tan sostenible es un cultivo y también un predio agrícola. El objetivo de esta investigación fue seleccionar indicadores de sostenibilidad para el cultivo del arándano, a fin de ser aplicados y ensayados en un predio perteneciente a la AFC, como estudio de caso, con base en una revisión bibliográfica donde se obtuvo un listado de indicadores, los cuales fueron calificados por un grupo de expertos en donde cada indicador fue valorizado en una encuesta tipo Likert, en cuanto a la importancia que estos tienen al momento de ser calculados como índices de sostenibilidad. Los resultados que se obtuvieron fueron que en el ámbito económico se presentó baja sostenibilidad para el predio de Linares, debido a que, durante el tiempo de producción, el rendimiento fue inconstante, teniendo fluctuaciones de un año a otro, generando bajos ingresos, los cuales afectaron a la rentabilidad de la explotación agrícola. En el ámbito ambiental se pudo evidenciar la sobre fertilización de macronutrientes (nitrógeno y fósforo) y micronutrientes (azufre, hierro, manganeso y cobre). En el ámbito social existe baja sostenibilidad en cuanto a la generación de empleo, puesto que las dimensiones del huerto son pequeñas (0,6ha).

SUMMARY

Sustainability focuses on analyzing the capacity of an agricultural system to meet needs continuously over time, for this reason it is necessary to know how sustainable a crop and also an agricultural property is. The objective of this research was to

select sustainability indicators for blueberry cultivation, in order to be applied and tested on a property belonging to the AFC, as a case study. Based on a bibliographic review where a list of indicators was obtained, which were qualified by a group of experts where each indicator was valued in a Likert-type survey, regarding the importance that these have when being calculated as indices. of sustainability. The results obtained were that in the economic sphere there was low sustainability for the Linares property, because, during the production time, the performance was inconstant, having fluctuations from one year to the next, generating low income, which affected the profitability of the agricultural operation. In the environmental field, over-fertilization of macronutrients (nitrogen and potassium) and micronutrients (Iron and manganese) could be evidenced. In the social sphere there is low sustainability in terms of job creation, since the dimensions of the garden are small (0.6ha).

INTRODUCCIÓN

“La sustentabilidad es un concepto complejo, controversial, multidimensional y en evolución, a partir del cual se evidencia la necesidad imprescindible de un proceso de transformación estructural, que permita integrar medioambiente con desarrollo, y a la vez economía con ecología” (Toro *et al.*, 2010).

Existen controversias con respecto a los términos sostenible y sustentable; en este sentido Rivera *et al.* (2017) señala que “al analizar las definiciones de los vocablos en cuestión, hay que puntualizar que el término “sostenible” se encuentra más desarrollado y enfocado hacia lo que es el “sustainable development” (desarrollo sostenible) en cambio, “sustentable” se refiere más a una idea, un concepto o un punto de vista.

También se puede mencionar que el término “sustentabilidad” no existe en la RAE, por lo cual se entiende que en la mayoría de los textos donde aparece este término se debería a una mala traducción de “sustainable”, en consecuencia, de esto se puede entender que en la lengua española sustentabilidad y sostenibilidad serian sinónimos.

En la perspectiva de la sostenibilidad, Ormaza *et al.* (2020), señala que la Agenda 2030, aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas, trata de la

búsqueda del cambio de paradigma que conduzca a un progreso sostenible en los ámbitos social, económico y ambiental.

En el contexto de la agricultura campesina, Masera *et al.* (1999) señala que la sustentabilidad significa poder lograr sistemas de manejo de los recursos naturales que sean productivos, estables, adaptables, confiables y resilientes, que distribuyan sus costos y beneficios de manera equitativa y generen procesos auto-gestivos y autónomos entre los beneficiarios.

Cabe mencionar que INDAP sigue la definición de la Agricultura Familiar propuesta por la FAO la cual dice: “La agricultura familiar es una forma de organizar, la producción agrícola y silvícola, así como la pesca, el pastoreo y la acuicultura, que es gestionada y dirigida por una familia y que en su mayor parte depende de mano de obra familiar, tanto de mujeres como de hombres. La familia y la explotación están vinculadas, co-evolucionan y combinan funciones económicas, ambientales, reproductivas, sociales y culturales” (INDAP, 2023).

También un productor AFC según Berdegú (2014) se define como aquel que explota una superficie no superior a las 12 hectáreas de Riego Básico, cuyos activos no superen el equivalente a 3.500 Unidades de Fomento, que su ingreso provenga principalmente de la explotación agrícola, y que trabaje directamente la tierra, cualquiera sea su régimen de tenencia.

Los estudios sobre la producción de alimentos se enmarcan en un contexto actual de cambio en una agricultura más sostenible ya que la agricultura tradicional, “no ha podido solucionar los problemas alimentarios y socioeconómicos que flagelan a los países menos desarrollados, víctimas del franco deterioro de sus recursos naturales” (Funes, 2007).

Se puede reconocer distintas metodologías en cuanto a la construcción de indicadores de sostenibilidad, se puede mencionar los propuestos por diferentes autores como Dellepiane y Sarandon (2008) y Masera *et al.*, 1999.

En el Marco para la Evaluación de Sistemas incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS) Ramírez (2011) sostiene que el conjunto de indicadores medidos y monitoreados puede considerarse como un termómetro de los atributos de sustentabilidad para un sistema socioambiental específico. En esto, Masera *et*

al. (1999) indica que, a partir de una evaluación comparativa del estado actual de un sistema, permite proponer modificaciones para optimizar el estado de cada componente o factor clave, mediante distintas alternativas de manejo agroecológicas.

Para esto se hace necesario llevar a cabo un estudio de caso los cuales explican resultados empíricos a través del examen de mecanismos causales, definidos como aquellos factores estables e independientes que, bajo ciertas condiciones, vinculan causas con efectos (George, 2005). Además, este estudio de caso permitirá describir los factores que inciden en la producción de arándanos en Chile, específicamente en la región del Maule, a nivel de productor AFC.

Este trabajo se enfocó en la sostenibilidad de un predio perteneciente a la AFC cuyo principal cultivo es el arándano, buscando por medio de indicadores determinar la capacidad del cultivo para mantener en el tiempo niveles adecuados en los aspectos económico, social y ambiental.

Objetivo general:

Evaluar indicadores de sostenibilidad para el cultivo del arándano, a fin de ser aplicado y ensayado en un predio perteneciente a la AFC como estudio de caso.

Objetivos específicos:

- Seleccionar un conjunto de indicadores para valorar sostenibilidad del cultivo de arándanos en un contexto de caso a nivel predial ubicado en la provincia de Linares.
- Determinar la valorización que le atribuye un grupo de expertos a un conjunto de indicadores de sostenibilidad para el cultivo del arándano.
- Aplicar un protocolo que caracterice a un productor desde el dimensionamiento de indicadores de sostenibilidad para el cultivo del arándano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Siguiendo a Bonache (1999) se aplicó el estudio de caso que consideró la descripción de los factores que inciden en la producción de arándanos a nivel de productor perteneciente al segmento de AFC.

El predio ensayado, se encuentra localizado en la región del Maule, provincia de Linares, (35°47'4.63" S 71°34'37.69" O, altitud 141 msnm) propiedad del Sr. Pelayo Arias. El clima predominante corresponde clima mediterráneo con una estación seca prolongada (Ormazábal *et al.*, 2020). El predio tenía una superficie de arándanos de 0,6 ha.

Se realizó una revisión bibliográfica, para seleccionar los principales indicadores de sostenibilidad utilizados en el cultivo del arándano o de berries. Se consultaron las bases de datos: Google Scholar, Sciencedirect, SciELO y Redalyc, las palabras claves de búsqueda fueron, sustentabilidad, sustainable development, sostenible y sostenibilidad.

Un grupo de expertos (ver Apéndice 1) fue consultado sobre los indicadores recolectados de literatura. La consulta a los expertos se realizó sobre la base de un cuestionario tipo Likert (ver Apéndice 3) que buscó valorar la calidad y relevancia de cada indicador al momento de diagnosticar la sostenibilidad en un huerto de arándanos perteneciente a la AFC. Las respuestas emitidas por los expertos fueron procesadas en una hoja electrónica de Excel; se determinaron los estadísticos básicos de puntaje total obtenido por respuesta, media aritmética, desviación estándar y el coeficiente de variación. Se evaluó el grado de confiabilidad de la encuesta por medio del Alpha de Cronbach UCLA (2023).

El predio se caracterizó mediante la metodología MESMIS, según lo propuesto por Masera *et al.* (1999).

La caracterización mediante MESMIS fue aplicada obteniendo información a través de un cuestionario al productor y mediciones directas en terreno (predio del productor) (ver Apéndice 4); la información obtenida fue agrupada en 3 dimensiones: económica, ambiental y social.

En la caracterización económica se llevó a cabo un flujo de caja (ver Apéndice 2), para medir, relación beneficio costo (B/C), valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno (TIR) y rendimiento.

En la caracterización ambiental, se llevó a cabo un análisis químico de suelo (ver Apéndice 4), además se consultó con respecto a cobertura vegetal (% del suelo cubierto), además en el caso de la incidencia de plagas y enfermedades se llevó a

cabo una revisión en donde se determinó, la presencia de plagas y enfermedades por m² y luego se dividió por el total del área del huerto de arándanos, obteniendo un porcentaje.

En cuanto a la caracterización social, el productor entregó datos sobre su vivienda, servicios básicos, conectividad, acceso a la educación, jornada laboral de trabajadores y generación de empleo (ver Apéndice 4).

Luego se procedió a calcular los indicadores de sostenibilidad para el predio de Linares, en donde se utilizaron valores de referencia los cuales están basados en datos bibliográficos en los ámbitos económico, ambiental y social (ejemplo de rendimientos, ganancias, incidencia de plagas etc.).

Posteriormente, se midió el nivel de sostenibilidad a través de cada indicador utilizado en la caracterización al predio de Linares; Se utilizó una escala de 1 a 3, (1: baja sostenibilidad, 2: media sostenibilidad y 3: alta sostenibilidad), en donde cada indicador recibió una calificación según su valor obtenido en la caracterización de acuerdo con rangos establecidos por distintos autores, Dellepiane y Sarandón (2008), para el indicador canales de comercialización, Collantes *et al.* (2021) para los indicadores cobertura vegetal, servicios básicos y acceso a la educación, Lefroy *et al.* (2000) para el indicador conectividad, y Valarezo *et al.* (2020) para los indicadores incidencia de plagas, incidencia de enfermedades y vivienda, los cuales determinaron respectivamente que es de baja, media o alta sostenibilidad (ver Apéndice 4).

En el caso de los indicadores cuantitativos, como en el análisis de suelo, se determinó el índice por medio de una calificación basada en valores adecuados para las propiedades químicas del suelo para el cultivo del arándano según lo indicado por Undurraga y Vargas (2013), con esta información, se determinó alta sostenibilidad a los valores que estén dentro del rango óptimo, mediana sostenibilidad a los valores que estén entre 0 - 25 % por debajo o encima del rango óptimo y baja sostenibilidad a valores que estén entre 25% - 50 % por debajo o encima del rango óptimo.

En el caso de los indicadores, rendimiento, relación beneficio costo, se determinó como alta sostenibilidad a valores superiores o iguales al valor óptimo

determinado por ODEPA (2021), mediana sostenibilidad a valores entre 0 - 25% bajo del valor óptimo y baja sostenibilidad a valores entre 25% - 50 % bajo el valor óptimo.

Para los indicadores valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR) se determinó un índice de sostenibilidad alto para valores positivos, mediana sostenibilidad para valores iguales a cero y baja sostenibilidad para valores menores a uno, según lo propuesto por Milian (2012).

En el caso del indicador generación de empleo, se determinó como valor óptimo 12 operarios x ha⁻¹ según los rendimientos entregados por ODEPA (2021), en donde se estimó que cada operario cosechó 40 kilos de arándanos diarios por un tiempo de un mes. Con esta información se determinó según lo propuesto por Taylor *et al.* (1993) un rango de sostenibilidad, normalizando los datos en los siguientes niveles: sostenibilidad alta entre 9 - 12 operarios x ha⁻¹, sostenibilidad media entre 6 - 9 operario x ha⁻¹ y baja sostenibilidad entre 1 - 6 operario x ha⁻¹.

Para el indicador jornada laboral trabajadores (horas/semana) propuesto por Lebacqz *et al.* (2012), se estandarizaron los datos en solo dos rangos, baja sostenibilidad y alta sostenibilidad; se consideró de alta sostenibilidad que los operarios trabajaran 40 horas por semana como lo estipula el código del trabajo y baja sostenibilidad a que los operarios trabajaran más de 40 horas por semana.

Para el indicador calendario comercial propuesto por Mazuela (2017), se estandarizaron los datos en solo dos rangos, baja sostenibilidad y alta sostenibilidad; se consideró de alta sostenibilidad que el predio contara con un calendario comercial de cosecha de un mes como lo establece ODEPA (2021) y baja sostenibilidad a que el predio contara con un tiempo menor a un mes en cuanto al calendario comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Listado de indicadores de sostenibilidad

Los indicadores obtenidos en la revisión bibliográfica (ver listado en Apéndice 4) constituyeron el material base para conformar la encuesta de consulta a los expertos, además se usaron para caracterizar al predio del productor de Linares. La selección de indicadores en la revisión bibliográfica permitió recolectar, 28

indicadores de sostenibilidad (6 económicos, 16 ambientales y 6 sociales). (ver listado en Apéndice 4).

Grado de consistencia de la encuesta Likert a expertos

El resultado para el alfa de Cronbach aplicado en la encuesta a los expertos fue de 0.99 (ver en Anexo 1) lo que significó una consistencia alta (Oviedo y Campo-Arias, 2005).

A continuación, se describen los indicadores valorados por expertos que recibieron un nivel de calificación alta, baja y media, respectivamente.

Indicadores con calificación alta por los expertos en la encuesta Likert. Los indicadores de sostenibilidad con mayor calificación (ver listado en Apéndice 3) por parte de los expertos correspondientes al ámbito económico fueron: valor presente neto (VPN), canales de comercialización y calendario comercial, mientras que en el aspecto ambiental fueron: cobertura vegetal, boro, manganeso, zinc, azufre y potasio, y en el ámbito social fue: generación de empleo.

Contrastando con lo informado por otros autores, se cita a Valarezo *et al.* (2020) quienes propusieron los indicadores de: productividad, número de vías de comercialización, dependencia de insumos externos en el ámbito económico; en el ámbito ambiental, cobertura vegetal, diversificación de cultivos y pendiente predominante, y; en el ámbito social vivienda, acceso a la educación y servicios básicos.

Indicadores con calificación media por los expertos en la encuesta Likert. Los indicadores de sostenibilidad con calificación media (ver Apéndice 3) por parte de los expertos en el ámbito económico fue: rendimiento; en el ámbito ambiental: pH del suelo para el cultivo del arándano, materia orgánica, fósforo Olsen, calcio intercambiable, magnesio intercambiable y hierro, y; en el ámbito social: vivienda y servicios básicos.

Indicadores con calificación baja por los expertos en la encuesta Likert. Los indicadores de sostenibilidad con calificación baja (ver Apéndice 3) por parte de los expertos en el ámbito económico fueron: relación beneficio costo(B/C) y tasa interna de retorno (TIR); en el ámbito ambiental: incidencia de enfermedades, incidencia de

plagas, cobre y nitrógeno inorgánico, y; en el aspecto social: conectividad y acceso a la educación.

Coeficiente de variación de los indicadores según valoración por expertos.

Las respuestas con mayor coeficiente de variación (ver Apéndice 3) fueron: tasa interna de retorno (TIR), materia orgánica, cobre, nitrógeno inorgánico, relación beneficio costo. Las respuestas de la encuesta con menor coeficiente de variación (ver Apéndice 3) fueron en los indicadores: valor presente neto (VPN), generación de empleo, fósforo Olsen y potasio. En este sentido, Ruiz (2004) señaló que cuando se compara la dispersión en varios conjuntos de observaciones tendrá menor dispersión aquella que tenga menor coeficiente de variación, es decir a mayor dispersión menor representatividad de la medida de posición y viceversa.

Aplicación de indicadores económicos al predio de Linares

Relación Beneficio costo (B/C). La relación beneficio costo fue de 0,29 al cuarto año de producción (ver Apéndice 4), por lo cual correspondería a un índice de sostenibilidad bajo según Masera *et al.* (1999), ya que una relación beneficio costo, menor a 1 se considera como una situación no favorable para llevar a cabo un proyecto.

Valor presente neto (VPN). Para el predio de Linares el van fue de \$-8.035.854 (ver Apéndice 1), “un VAN < 0 significa que la inversión producirá ganancias por debajo de la rentabilidad exigida” Milián (2012). Por lo tanto, correspondería a un índice de sostenibilidad bajo.

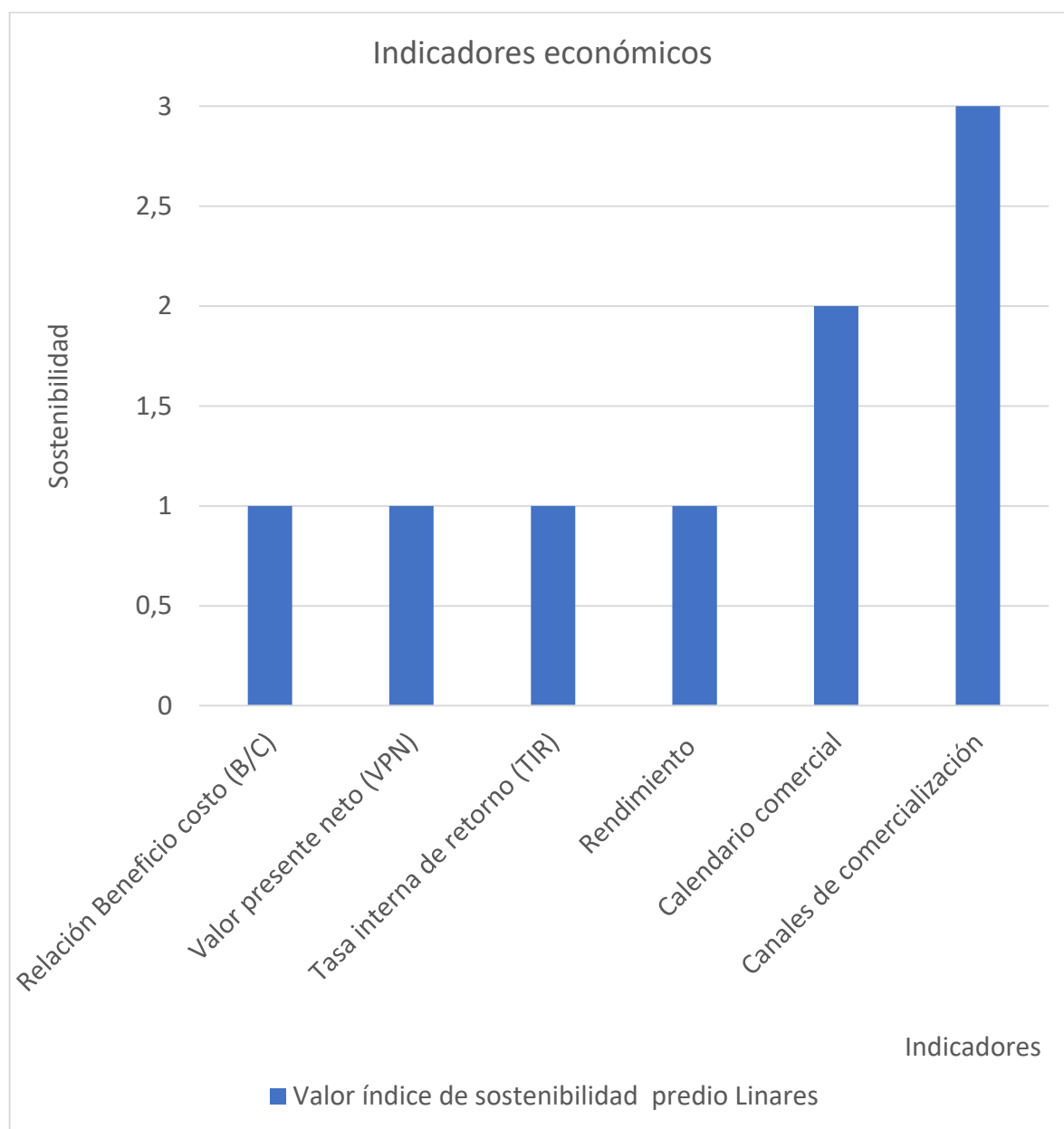
Tasa interna de retorno (TIR). El valor para el predio de Linares fue de una TIR de un -39% (ver Apéndice 1), según Milián (2012). “Una TIR < 0, significa que la inversión producirá ganancias por debajo de la rentabilidad exigida”. Por lo tanto, correspondería a un índice de sostenibilidad bajo.

Canales de comercialización. El productor posee más de dos canales de comercialización, por lo cual según Dellepiane y Sarandón (2008), su índice de sostenibilidad es alto, puesto que a mayor cantidad de canales de comercialización el productor tendrá mayor posibilidad de vender sus productos.

Calendario comercial. Indicador propuesto por Mazuela (2017). El productor señaló que utilizó un mes para la cosecha. ODEPA (2021) menciona en su ficha de

costo para el arándano que el periodo de cosecha que utilizó fue de un mes. Como el productor igualo la cantidad de tiempo de cosecha con la referencia ODEPA (2021), el productor presenta alta sostenibilidad en su calendario comercial.

Figura 1. Índices de sostenibilidad de indicadores económicos aplicados a un huerto AFC de arándanos, Linares, Región del Maule.



Fuente: Elaboración propia

Rendimiento. El rendimiento promedio para el 3° y 4° año fue de 3500 Kg/0.6 ha⁻¹ en comparación con el valor ODEPA (2021), el cual fue de 6900 Kg/0.6 ha⁻¹, se

puede apreciar un rendimiento 50 % menor a la referencia bibliográfica, lo cual se determinaría como un índice de baja sostenibilidad.

Con respecto a la Figura 1, se puede mencionar que los valores más bajos de sostenibilidad para los indicadores económicos fueron: relación beneficio costo, valor presente neto, tasa interna de retorno y rendimiento.

Aplicación de indicadores ambientales al predio de Linares

Propiedades químicas del suelo. Del análisis químico de suelo (ver Apéndice 4). Podemos apreciar la sobre fertilización que hace con nitrógeno, fósforo y micronutrientes (azufre, hierro, manganeso y cobre), ya que las cantidades están fuera de los rangos óptimos para las propiedades químicas del suelo para el cultivo del arándano según Undurraga y Vargas (2013), esta situación se consideraría como un índice de baja sostenibilidad para estos indicadores.

Cobertura vegetal. El productor cuenta con un % de cobertura menor al 25%, según Collantes *et al.* (2021) esta cantidad representa un índice de sostenibilidad bajo, puesto que el mayor porcentaje de cobertura vegetal en las diferentes etapas de desarrollo son reconocidos por su mayor capacidad para proteger al suelo en contra de los agentes erosivos (Huerta-Olague *et al.*, 2018).

Incidencia de plagas. Se estimó como menor al 5% la presencia de plagas, el cual, según Valarezo, *et al.* (2020) corresponde a un índice de sostenibilidad alto.

Incidencias de enfermedades. Se estimó una presencia menor al 5% de enfermedades, el cual, según Valarezo *et al.* (2020) corresponde a un índice de sostenibilidad alto.

Como se puede ver en la Figura 2, la sobrefertilización de nitrógeno hierro, fósforo y azufre ocasionaron que estos indicadores obtuvieran un bajo índice de sostenibilidad.

De la Figura 3, se puede mencionar que la sobre fertilización de manganeso y cobre, además del bajo porcentaje de cobertura vegetal, ocasionaron que estos indicadores obtuvieran un bajo índice de sostenibilidad.

Aplicación de indicadores sociales al predio de Linares

Servicios básicos. El productor posee todos los servicios básicos (Agua potable, electricidad, gas y telefonía), lo cual, según Collantes *et al.* (2021) corresponde a un índice de sostenibilidad alto.

Conectividad. El productor posee acceso completo a las carreteras del sector, los cual según Lefroy *et al.* (2000) corresponde a un índice de sostenibilidad alto, ya que de esta forma el productor cuenta con mayor facilidad para entregar sus productos a los distintos compradores de arándanos que existen en la provincia de Linares.

Vivienda. El productor posee una vivienda de hormigón y madera, los cual, según Valarezo *et al.* (2020) corresponde a un índice de sostenibilidad medio, puesto que un índice de sostenibilidad alto correspondería a una casa solo de hormigón.

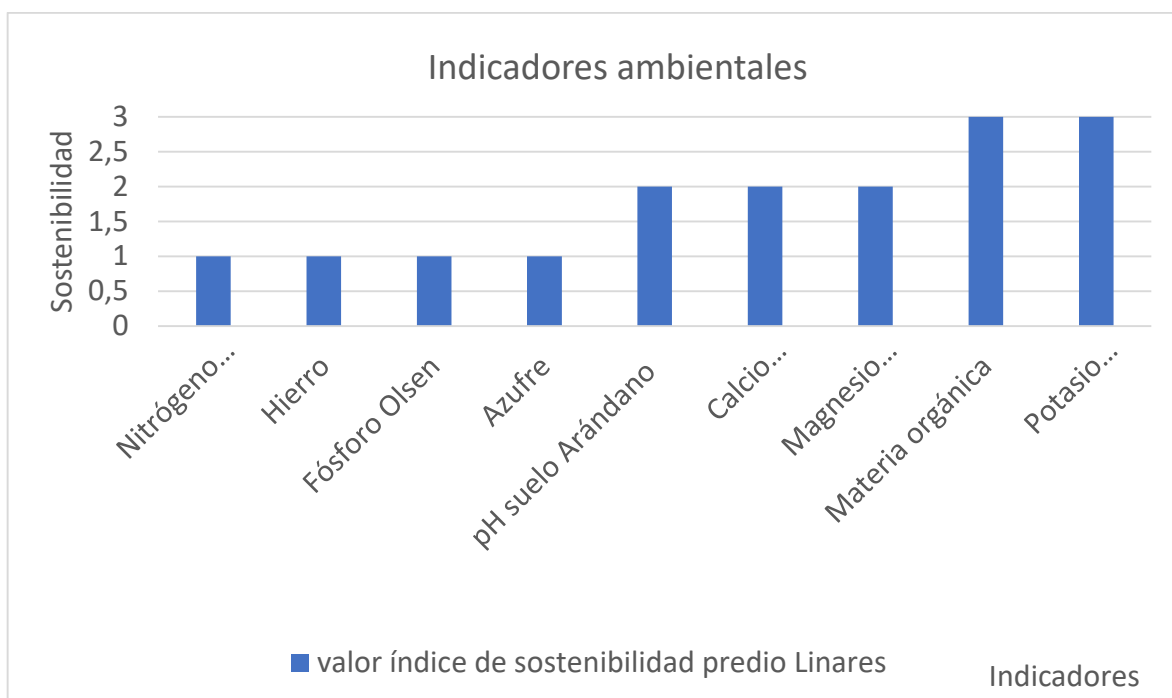
Acceso a la educación. El productor posee educación secundaria completa, lo cual, según Collantes *et al.* (2021) corresponde a un índice de sostenibilidad medio, puesto que un índice de sostenibilidad alto correspondería a que el productor tenga educación superior completa.

Generación de empleo. Indicador propuesto por Mazuela (2017). El productor indicó que necesitaba para su superficie de 0,6 ha un total de 4 operarios, lo cual es un número bajo cuando se compara con los 12 operarios por hectárea, que se necesitan según los rendimientos que señala ODEPA (2021). El número bajo de operarios por parte del productor también está influenciado por los bajos rendimientos que presentó durante el 3° y 4° año de producción en donde cosechó un promedio de 3500 Kg en la superficie de 0.6 hectáreas (5833 kg por hectárea).

Jornada laboral trabajadores. Indicador propuesto por Lebacqz *et al.* (2012). El productor señaló que todos sus trabajadores, cosecheros principalmente trabajan un máximo de 45 horas semanales, lo cual supera la cantidad de horas semanales que está señalado en el código del trabajo (Ley N.º 21561, 2023). En estas condiciones este indicador correspondería a un índice de sostenibilidad bajo.

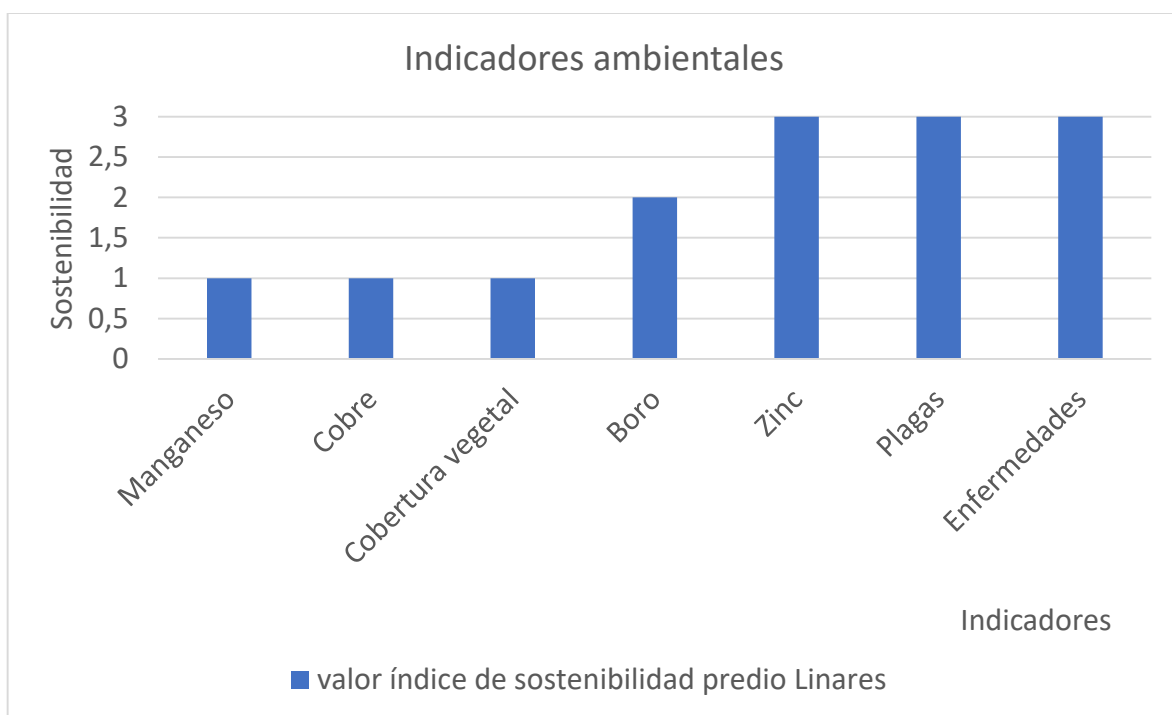
Como se puede ver en la Figura 4, en el ámbito social existe una baja sostenibilidad en la generación de empleo, debido a las pequeñas dimensiones de la explotación agrícola (0,6 ha) y a los bajos rendimientos que posee el productor.

Figura 2. Índices de sostenibilidad de indicadores ambientales aplicados a un huerto AFC de arándanos en Linares, Región del Maule.



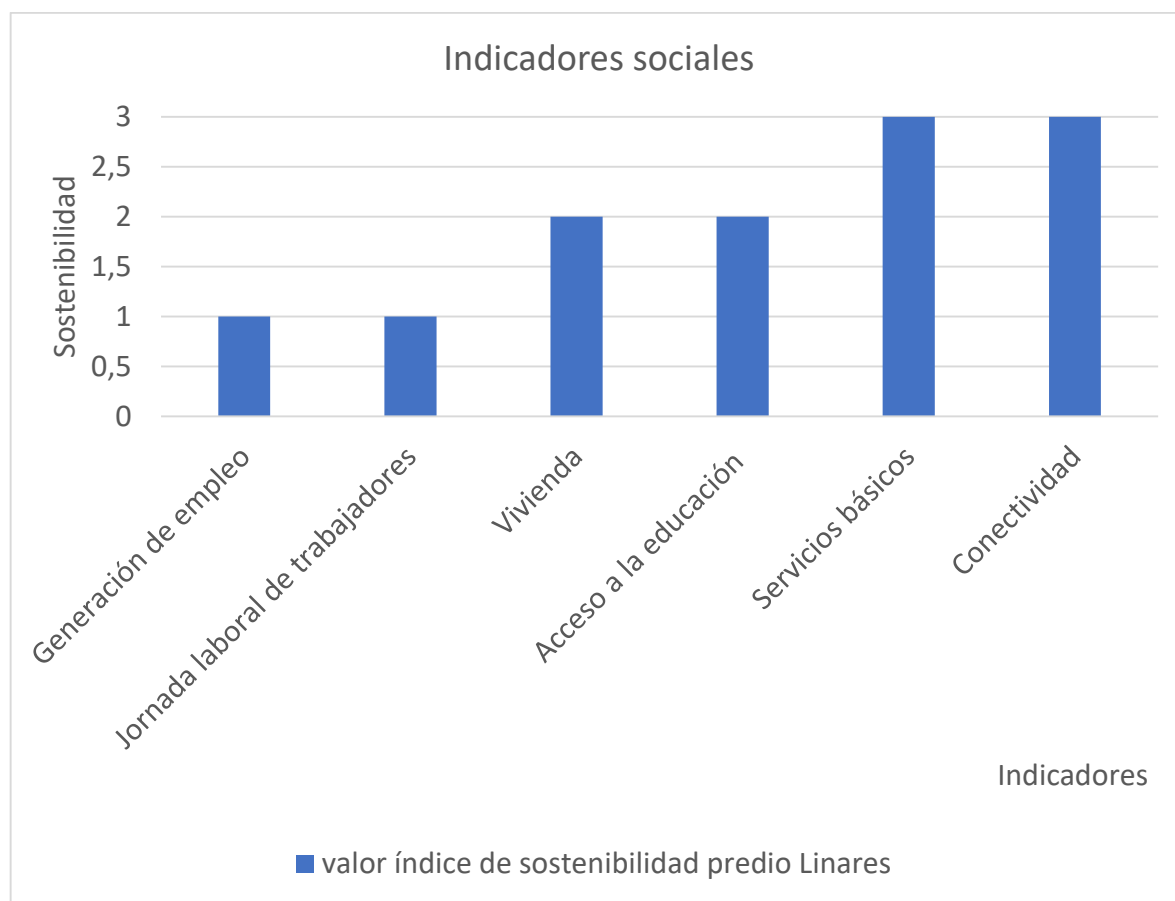
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Índices de sostenibilidad de indicadores ambientales aplicados a un huerto AFC de arándanos en Linares, Región del Maule.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Índices de sostenibilidad de indicadores sociales aplicados a un huerto AFC de arándanos, Linares, Región del Maule.



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. La evaluación de indicadores de sostenibilidad permitió determinar que la producción de arándanos AFC de Linares, presentó una baja sostenibilidad, influenciado por la presencia de bajos rendimientos, baja rentabilidad, sobre fertilización y bajo % de cobertura vegetal.
2. Con base en la valorización de los expertos se concluyó que los indicadores más apropiados para medir sostenibilidad para el cultivo del arándano son los siguientes, en el ámbito económico: valor presente neto (VPN), canales de comercialización y calendario comercial, en el aspecto ambiental: cobertura vegetal, boro, manganeso, zinc, azufre y potasio, y en el ámbito social: generación de empleo, mientras que los indicadores menos apropiados para medir sostenibilidad para el cultivo del arándano fueron los siguientes: relación

beneficio costo(B/C) y tasa interna de retorno (TIR) en el ámbito económico, en el ámbito ambiental fueron: Incidencia de enfermedades, incidencia de plagas, cobre y nitrógeno inorgánico, y en el aspecto social: los indicadores de conectividad y acceso a la educación.

3. La evaluación de la sostenibilidad en el predio de Linares permitiría proponer modificaciones para optimizar el sistema de manejo, como lo son: regular la fertilización, equilibrar los costos y beneficios y aumentar el % de cobertura vegetal.
4. Los indicadores y variables que los constituyen facilitaron la medición de la sostenibilidad a nivel de predio AFC por cuanto se pudiera aplicar a nivel de sectores o áreas territoriales con vistas a caracterizar la situación de la sostenibilidad y su evolución en el tiempo.
5. Se recomienda para futuros estudios, tener una visión más ajustada al tipo de agricultura que posee el productor para lograr una caracterización más específica en los ámbitos económico, ambiental y social con el objetivo de analizar en mayor profundidad el sistema de manejo.

REFERENCIAS

1. Berdegué, J. A. 2014. "La Agricultura Familiar en Chile". pp:1-42 Serie Documento de Trabajo N° 152. Grupo de Trabajo Desarrollo con Cohesión Territorial programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Rimisp Santiago Chile.
2. Collantes, G., B. Rodríguez y A. Beyer. 2021. Sustentabilidad de agroecosistemas de arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) En Cañete, Lima, Perú. *Tecnociencia*, 23(2): 244–256 [en línea].
3. Dellepiane, A. V., and S. Sarandón. 2008. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. *Rev. Bras. Agroecol.* 3(3): 67-78 [en línea].
4. Excel. 2023. Cálculo de media, desviación estándar y coeficiente de variación. [En línea: programa computacional] Excel. <[Libro.xlsx \(sharepoint.com\)](#)> [consultado 10 octubre 2023].
5. Excel. 2023. Cálculo de VAN y TIR. [En línea: programa computacional] Excel. <[Libro.xlsx \(sharepoint.com\)](#)> [consultado 10 octubre 2023].
6. Excel. 2023. Cálculo de varianza y covarianza. [En línea: programa computacional] Excel <[Libro.xlsx \(sharepoint.com\)](#)> [consultado 10 octubre 2023].
7. Funes, F. 2007. Agroecología, agricultura orgánica y sostenibilidad. Biblioteca ACTAF. La Habana. Cuba.
8. George, A. L., and A. Bennett. 2005. Case studies and theory development in the social sciences. London, England.
9. Huerta-Olague, J., J. Oropeza Mota, R. Guevara Gutiérrez, J. Ríos Berber, M. Martínez Menes, O. Barreto García and O. Mancilla Villa. 2018. Efecto de la cobertura vegetal de cuatro cultivos sobre la erosión del suelo. *Idesia (Arica)*, 36(2): 153-162 [en línea].
10. INDAP (Chile). 2023. Agricultura familiar campesina [en línea] INDAP <https://www.indap.gob.cl/agricultura-familiar-campesina> [Consulta : 08 agosto 2023].

11. Lebacqz, T., P. Baret and D. Stilmant. 2013. Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agron Sustain Dev.* 33 :311-327 [en línea].

12. Lefroy, R. D., H. Bechstedt and M. Rais. 2000. Indicators for sustainable land management based on farmer surveys in Vietnam, Indonesia, and Thailand. *Agr Ecosyst Environ*, 81(2):137-146 [en línea].

13. LEY N° 21561. Modifica el código del trabajo con el objeto de reducir la jornada laboral. Diario Oficial de la República de Chile. 26 Abril 2023. Santiago, Chile.

14. Masera M., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. "Marco para la evaluación de sistemas de manejo de recursos naturales incorporando indicadores de sustentabilidad MESMIS." Mundiprensa – GIRA – UNAM. México.

15. Mazuela, P. 2017. "Indicadores de sostenibilidad para un cultivo de pimiento en el valle de Azapa, Arica, Chile. *Idesia (Arica, En línea)*.35(4):133-136 [en línea].

16. Milián, E. 2012. "La Tasa Interna De Retorno Y El Valor Actual Neto Como Herramientas De Evaluación Financiera, En Proyectos Para Plantaciones De Madera Teca." Previo A Conferírsele El Título De Contador Público Y Auditor En El Grado Académico De Licenciado Universidad De San Carlos De Guatemala , Guatemala.

17. ODEPA (Chile). 2021. Ficha tecnico economica [en linea] ODEPA https://www.odepa.gob.cl/fichas_de_costo/fichas_pdf/arandano_maule_2020-21.pdf [consulta : 08 agosto 2023].

18. Ormazábal, M., C. Mena, J. Cantillana y G. Lobos. 2020. Caracterización de predios productores de arándanos (*Vaccinium corymbosum*), según nivel tecnológico. El caso de la región del Maule-Chile. *Inf. Tecnol.* 31(1): 41-52 [en línea].

19. Ormaza Andrade, J., J. Ochoa Crespo , F. Ramírez Valarezo y J. Quevedo Vázquez. 2020. "Responsabilidad social empresarial en el Ecuador: Abordaje desde la Agenda 2030." *Rev. Cienc. Soc. y Econ* . 26 (3): 175-193 [en línea].

20. Osorio, N. 2012. Como interpretar los resultados del analisis de fertilidad del suelo. Boletín del manejo integral del suelo y la nutrición vegetal Vol.1 No. 6. Universidad nacional de Colombia , Medellin, Colombia.
21. Oviedo, H. C. y A. Campo-Arias. 2005. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Rev. Colomb. Psiquiatr. 34: 572-580 [en línea].
22. Rivera-Hernández, J. E., N. Blanco-Orozco, G. Alcántara-Salinas, E. Houbbron, and J. Pérez-Sato. 2017. ¿Desarrollo sostenible o sustentable? La controversia de un concepto. Posgrado y Sociedad, 15(1): 57-67 [en línea].
23. Ruiz, D. 2004. Manual de estadística. Universidad Pablo de Olavide, España.
24. Taylor, D., Z. Mohamed, M. Shamsudin, M. Mohayidin, and E. Chiew. 1993. Creating a farmer sustainability index: a Malaysian case study. AJAA, 8(4): 175-184 [en línea].
25. Toro, P., A. García, A. Gómez-Castro, J. Perea, R. Acero y V. Rodríguez-Estévez. 2010. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas. Arch. zootec. 59(232): 71-94 [en línea].
26. UCLA. 2023. What does cronbach alpha mean? [en línea] UCLA. <https://stats.oarc.ucla.edu/spss/faq/what-does-cronbachs-alpha-mean/> [consulta: 17 octubre 2023].
27. Undurraga, P. y S. Vargas. 2013. Manual del arándano. pp: 120. Boletín INIA N° 263. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
28. Valarezo Beltrón, C., A. Julca-Otiniano y A. Rodríguez Berrío. 2020. Evaluación de la sustentabilidad de fincas productoras de limón en Portoviejo, Ecuador. Rivar (Santiago), 7(20) :108-120 [en línea].

APÉNDICES

Apéndice 1: Listado de expertos consultados.

Nombre del encuestado	Correo electrónico	Cargo	Institución a la que pertenece	Profesión
Marcelina Mondaca Insulsa	marcemondacain@gmail.com	Coordinadora	Prodesal Linares	Ingeniero Agrónomo
Rodrigo Acosta	rodrigoacostach@gmail.com	Asesor técnico	Prodesal Linares	Ingeniero Agrónomo
Claudio Quijada Vergara	cquijada@salesianoslinares.cl	Docente	Salesianos Linares Instituto de Investigaciones	Ingeniero Agrónomo
José Lladser Urzúa	jose.lladser@inia.cl	Investigador Extensionista	Agropecuarias (INIA)	Ingeniero Agrónomo
Luis Cesar Orrego Zúñiga	contactoryo@gmail.com	Asesor	Trofar Ltda.	Ingeniero Agrónomo
Nelson Zapata San Martin	nzapata@udec.cl	Docente	Universidad de concepción Instituto de Investigaciones	Ingeniero Agrónomo
Violeta Elisa Muñoz Reyes	violetaemunoz@gmail.com	Profesional de apoyo	Agropecuarias (INIA) Instituto de Investigaciones	Ingeniero Agrónomo
Juan Hirzel Campos	jhirzel@inia.cl	investigador	Agropecuarias (INIA)	Ingeniero Agrónomo
Pablo César Muñoz Vega	agronomopablomunoz@gmail.com	Asesor	Universidad de concepción	Ingeniero Agrónomo

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2: Caja de flujo predio “Linares”.

año	0	1	2	3	4
Producción (Kg/ha ⁻¹)				6000kg	1000kg
Precio / kg				\$1.600	\$1.000
Ingreso total		0	0	\$9.600.000	\$1.000.000
Costos fijos		\$1.431.509	\$1.431.509	\$1.431.509	\$1.431.509
Costos variables				\$2.000.000	\$333.333
Costo total				\$3.431.509	\$1.764.842
Utilidad antes de impuestos		\$-1.431.509	\$-1.431.509	\$6.168.491	\$-1.379.586
Impuestos (20%)				\$1.233.698	\$200.000
Utilidad después impuestos				\$4.320.050	\$-1.579.586
Inversión	\$-8.600.000				
Flujo de capital	\$-8.600.000	\$-1.431.509	\$-1.431.509	\$4.934.793	\$-964.842
VAN	\$-8.035.854				
TIR	-39%				
CO	10%				

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 3: Encuesta a los expertos y estadística de resultados.

indicador	Experto N°1	Experto N°2	Experto N°3	Experto N°4	Experto N°5	Experto N°6	Experto N°7	Experto N°8	Experto N°9	puntaje total	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Rendimiento	4	4	3	5	4	5	4	4	3	35	3,9	0,9	0,2
Relación Beneficio costo (B/C)	4	5	4	4	2	5	3	4	4	33	3,7	1,1	0,3
Valor presente neto (VPN)	4	4	4	4	2	5	3	5	4	37	4,1	0,3	0,1
Tasa interna de retorno (TIR)	2	4	4	4	2	5	3	5	4	33	3,7	1,6	0,4
Canales de comercialización	4	1	5	1	4	5	4	5	4	36	4,0	1,0	0,3
Calendario comercial	3	2	4	5	4	5	5	4	4	36	4,0	0,7	0,2

pH del suelo para el cultivo del arándano	3	3	4	5	4	5	5	5	4	38	4,2	0,8	0,2
Materia orgánica	5	1	4	5	2	5	5	5	4	36	4,0	1,5	0,4
Nitrógeno inorgánico	4	1	4	5	4	5	4	5	3	35	3,9	1,3	0,3
Fósforo Olsen	3	4	4	5	4	5	4	5	4	38	4,2	0,7	0,2
Potasio intercambiable	3	4	4	5	4	5	5	5	4	39	4,3	0,7	0,2
Calcio intercambiable	3	3	4	5	4	5	5	5	4	38	4,2	0,8	0,2
Magnesio intercambiable	3	3	4	5	4	5	4	5	4	37	4,1	0,8	0,2
Azufre	3	4	4	5	5	5	4	5	4	39	4,3	0,7	0,2
Hierro	3	2	4	5	3	5	4	5	4	35	3,9	1,1	0,3
Manganeso	3	4	4	5	4	5	5	5	4	39	4,3	0,7	0,2
Zinc	3	4	4	5	4	5	5	5	4	39	4,3	0,7	0,2

[illegible]

3= Regular

2= Aceptable

1= Deficiente o débil

Fuente: Elaboración propia

Apéndice 4: Caracterización económica, ambiental y social.

Indicadores	Unidad de medida	Valores del predio de Linares	Valores óptimos de referencia bibliográfica	Valor índice de sustentabilidad predio de Linares	Fuentes
Relación Beneficio costo (B/C)	N°	0,29	>1	1 (baja sostenibilidad)	(Masera <i>et al.</i> , 1999)
Valor presente neto (VPN)	\$	\$-8.035.854	VAN >0	1 (baja sostenibilidad)	Milian (2012)

Tasa interna de retorno (TIR)	%	-39%	TIR >0	1 (baja sostenibilidad)	Milian (2012)
Canales de comercialización		más de dos canales de comercialización	más de dos canales de comercialización	3 (alta sostenibilidad)	Dellepiane y Sarandon (2008)
Calendario comercial	Meses	1	1	3 (alta sostenibilidad)	Mazuela (2017), ODEPA (2021) (2)
Rendimiento	kg/0.6ha	3500 kg/0,6ha	6900kg/0.6 ha	1 (baja sostenibilidad)	ODEPA (2021)
pH del suelo para el cultivo del arándano	pH	4,6	4,8 - 5,8	2 (media sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Materia orgánica	%	3,2	>3,2	3 (alta sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Nitrógeno inorgánico	mg/kg ⁻¹	159,4	20 - 40	1 (baja sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)

Fósforo Olsen	mg/kg ⁻¹	101,1	15 - 30	1 (baja sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013), Osorio (2012) (1)
Potasio intercambiable	cmol(+)/kg ⁻¹	0,58	0,4 - 0,6	3 (alta sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Calcio intercambiable	cmol(+)/kg ⁻¹	12,4	6 - 10	2 (media sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Magnesio intercambiable	cmol (+)/kg ⁻¹	3,78	1 - 3	2 (media sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Azufre	mg/kg ⁻¹	31,4	6 - 12	3 (alta sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Hierro	mg/kg ⁻¹	188	5 - 15	1 (baja sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Manganeso	mg/kg ⁻¹	61,6	4 - 10	1 (baja sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Zinc	mg/kg ⁻¹	1,7	1 - 2	3 (alta sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Cobre	mg/kg ⁻¹	4,7	0,4 - 1	1 (baja sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)

Boro	mg/kg ⁻¹	0,5	0,8 - 1,6	2 (media sostenibilidad)	Undurraga y Vargas (2013)
Cobertura vegetal	%	<25%	75%-99%	1 (baja sostenibilidad)	(Collantes <i>et al.</i> , 2021)
Incidencia de plagas	%	< 5 %	< 5 %	3 (alta sostenibilidad)	(Valarezo, <i>et al.</i> , 2020)
incidencias de enfermedades	%	< 5%.	< 5 %	3 (alta sostenibilidad)	(Valarezo, <i>et al.</i> , 2020)
Servicios básicos		todos los servicios básicos	todos los servicios básicos	3 (alta sostenibilidad)	(Collantes <i>et al.</i> , 2021)
Conectividad		acceso completo	acceso completo	3 (alta sostenibilidad)	(Valarezo, <i>et al.</i> , 2020)
Vivienda		casa de hormigón y madera	casa de hormigón	2 (media sostenibilidad)	(Valarezo, <i>et al.</i> , 2020)
Acceso a la educación		Primaria, Secundaria	Superior	2 (media sostenibilidad)	(Collantes <i>et al.</i> , 2021)
Jornada laboral trabajadores	N°	8	8	3 (alta sostenibilidad)	(Lebacq <i>et al.</i> , 2012).

Generación de empleo	N°	2 trabajadores	13 trabajadores	1 (baja sostenibilidad)	Mazuela (2017)
----------------------	----	----------------	-----------------	-------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Notas:

1: Rangos para interpretar los resultados del análisis químico de suelos.

2: Número de meses calendario comercial (cosecha).

ANEXOS

Anexo 1, cálculo Alpha de Cronbach

$$A = \frac{Nc}{v + (N - 1)c}$$

$$A = \frac{28(0.77)}{(0.87) + (28 - 1)(0.77)}$$

$$A = 0.99$$

N= número de elementos
C= covarianza media entre ítems
V=varianza media

Fuente: UCLA (2023)