

Proyectos INTA PE I065, PE I073
COFECyT, PFIP-ESPRO-2017 -EX-2017-16156848
PIT Valles Templados I046

Agosto-2024
EEA Salta - AER Valle de Lerma

Relato de experiencia técnica: Cultivo de frutillas con herramientas agroecológicas

Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria
Argentina



Relato de experiencia técnica: Cultivo de frutillas con herramientas agroecológicas

Carmona, P¹.; Moneta, D².; Arce, A².; Torres, N¹.

1- EEA Salta

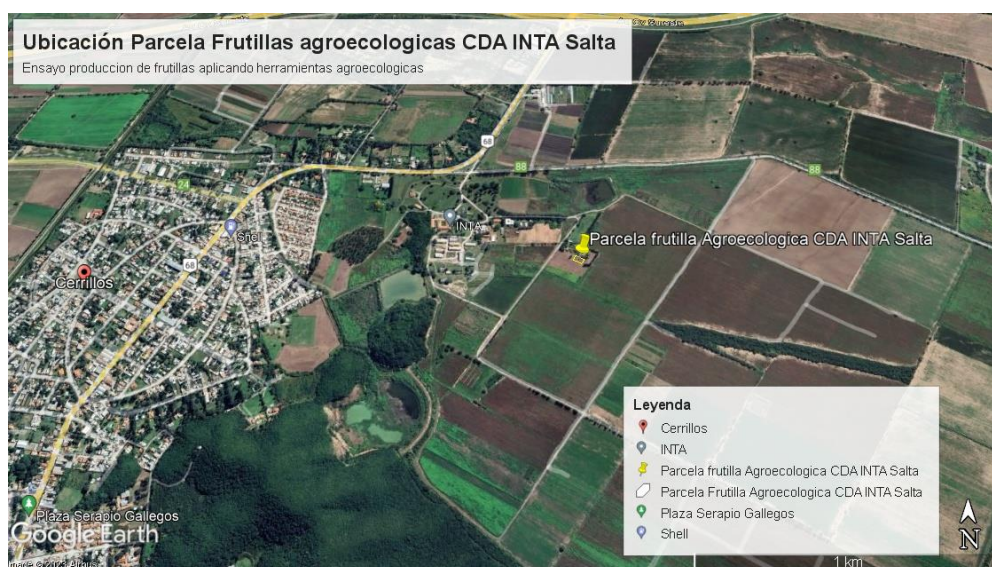
2- AER Valle de Lerma

1-Introducción

En el Valle de Lerma, Salta, se lleva adelante una experiencia productiva de cultivo de frutillas bajo la implementación de técnicas y prácticas agroecológicas. El ensayo se realiza en una parcela del Centro Demostrativo Agroecológico (CDA) de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) INTA Salta (Latitud: 24°53'41.28"S, longitud: 65°28'7.51"O. Figura 1.), el cual cuenta con un historial de más de 20 años de producción con cultivos diversificados y cultivado bajo los principios agroecológicos.

La experiencia está circunscripta en el cinturón hortícola donde conviven sistemas productivos bajo manejo convencional y en transición agroecológica, siendo estos pequeños productores los principales proveedores de hortalizas y frutillas frescas en el Valle de Lerma.

Figura 1: Ubicación parcela agroecológica en INTA EEA Salta



Fuente: Elaboración propia (2023).

Para poder establecer una línea base en la producción de frutillas con herramientas agroecológicas, el ensayo a campo se realizó bajo los siguientes criterios preestablecidos:

- Se utilizan tecnologías e insumos básicos y de fácil acceso.
- Se cultiva una variedad de frutilla certificada, siendo la más comercializada en la zona.
- Todos los insumos aplicados sobre el cultivo son de origen orgánico y auto gestionados a partir de materia prima predial y local.
- Se elabora un diseño de cultivos a campo a partir del enfoque agroecológico.
- Para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo, se utilizan solo enmiendas orgánicas.
- El manejo fitosanitario se realizará a partir de prácticas preventivas y aplicación de biopreparados.
- Se excluye el uso de insumos de síntesis química.
- No se utiliza mulching plástico.
- Se aplica la tecnología del micro túnel con tela para el manejo de heladas.
- Se utiliza el sistema de riego por goteo.

Objetivo General

- Promover la implementación de herramientas agroecológicas en el cultivo de frutillas tendientes a la sustentabilidad de los sistemas productivos hortícolas del Valle de Lerma.

Objetivos específicos

- Generar información técnica-productiva referente al cultivo de frutillas con herramientas agroecológicas.
- Evaluar la calidad e inocuidad de los frutos.
- Evaluar la respuesta del cultivo de frutillas a la aplicación de herramientas agroecológicas.
- Evaluar rendimiento.

Finalidad de la experiencia

Brindar herramientas accesibles que contribuyan al diseño de sistemas productivos agroecológicos.

2-Conceptos

Agroecología.

Fundada en la ecología y basada en la metodología investigación / acción participativa, con un enfoque de recuperación y revalorización del *saber hacer* del productor (etnociencia), la AGROECOLGIA estudia las producciones agropecuarias como si fueran agro ecosistemas complejos, de manera que sean productivos y rentables, tal cual manejo convencional,

pero además se logre alimentos inocuos, socialmente justos, económicamente viables y coherentes con la cultura e identidad de la región donde se desarrollan; aportando así sobre las siguientes características importantes: la seguridad alimentaria y la sostenibilidad del sistema productivo; en consecuencia contribuyendo a la sustentabilidad.

- Es una disciplina que se define, sobre los principios de base de la ecología, como estudiar, concebir y administrar a los agroecosistemas para que, simultáneamente, sean productivos, conserven los recursos naturales, sean coherentes con la cultura local, sean socialmente justos y sean económicamente viables. (Altieri, M. 1995)
- Es el estudio integrador de la ecología de todo el sistema alimentario, que abarca las dimensiones ecológica, económica y social (FAO, 2014).
- Es la ciencia de la aplicación de los conceptos y principios de la ecología para la concepción y gestión de sistemas alimentarios sostenibles (Gliessman, S. 2007)
- La Agroecología busca lograr objetivos productivos, económicos, sociales y culturales, a partir de la construcción de estilos de agricultura sustentables, basados en la aplicación de principios agroecológicos (FAO, 2022).

Principios agroecológicos.

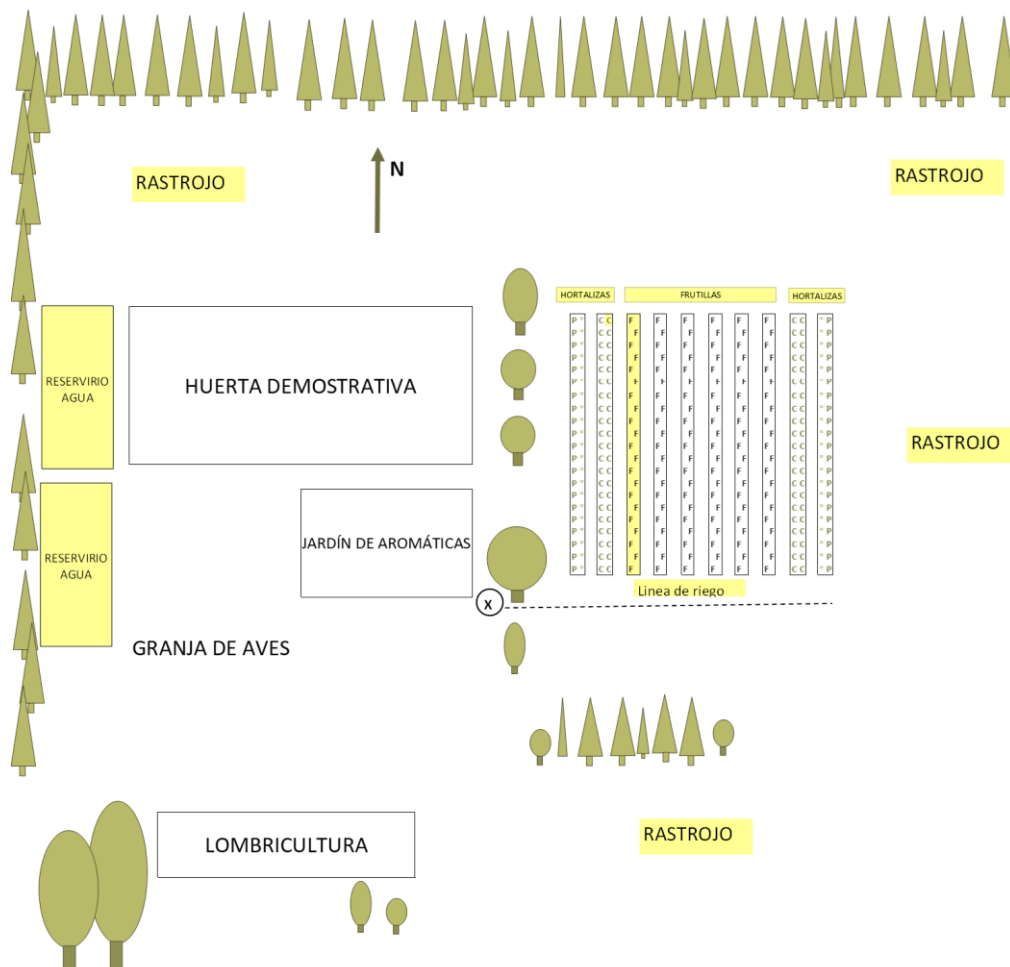
- 1) Reciclaje: utilizar preferentemente los recursos renovables locales y cerrar, en la medida de lo posible, los ciclos de recursos de nutrientes y biomasa.
- 2) Salud y bienestar animal: garantizar la salud y el bienestar de los animales que conforman el sistema y el entorno ambiental.
- 3) Regeneración y cuidado del suelo: asegurar, mejorar la salud y el funcionamiento del suelo como órgano vivo. Un suelo “sano” promueve las mejoras en el crecimiento y productividad de las plantas, particularmente en sinergia con el manejo de la materia orgánica y la mejora de la actividad biológica del suelo.
- 4) Diversidad: mantener y mejorar la diversidad de especies, la diversidad funcional y los recursos genéticos y, por lo tanto, mantener la biodiversidad general del agroecosistema en el tiempo y el espacio a escala de campo, finca y paisaje.
- 5) Resiliencia: mejorar la capacidad del sistema productivo para recuperarse y/o adaptarse a los cambios externos.

- 6) Sinergias: mejorar la interacción ecológica positiva, la integración y la complementariedad entre los elementos de los agroecosistemas (animales, cultivos, árboles, suelo y agua).
- 7) Creación conjunta e intercambio horizontal de conocimientos, incluida la innovación local y científica, especialmente a través del intercambio de agricultor a agricultor.
- 8) Valores sociales y derechos humanos: apoyar medios de vida dignos y sólidos para todos los actores involucrados en los sistemas alimentarios, especialmente los productores de alimentos a pequeña escala, basados en el comercio justo, el empleo y el trato justos de los derechos de propiedad intelectual.
- 9) Seguridad y soberanía alimentaria: construir sistemas alimentarios basados en la cultura, identidad, tradición, equidad social y de género de las comunidades locales que proporcionen dietas saludables, diversificadas, apropiadas para la temporada y la cultura.
- 10) Eficiencia: reducir o eliminar la dependencia de los insumos adquiridos y aumentar la autosuficiencia.
- 11) Enfoque territorial e integración al paisaje: fortalecer los arreglos institucionales para mejorar, incluyendo el reconocimiento, y apoyar los agricultores familiares, pequeños productores, campesinos, promotores de alimentos como gestores sostenibles de los recursos naturales y genéticos.
- 12) Participación intersectorial: fomentar la organización social y una mayor participación en la toma de decisiones de los productores y consumidores de alimentos, para apoyar la gobernanza descentralizada y la gestión adaptativa local de los sistemas agrícolas y alimentarios.
- 13) Economía circular: garantizar la proximidad y la confianza entre productores y consumidores mediante la promoción de redes de distribución justas y cortas, reintegrando los sistemas alimentarios en las economías locales.

El marco teórico referido a la agroecología y sus principios se va actualizando de manera que de 10 principios pasamos a 13. Se suman la visión de enfoque territorial, el enfoque de economía circular y participación intersectorial. Todo esto manifiesta la integración y dinámica de los sistemas agroecológicos a nivel social. La figura 2 muestra los 13 principios y la mencionada influencia del contexto exterior hacia el sistema productivo.

- Selección y orientación de la parcela respetando las cortinas forestales existentes para reducir y/o evitar el exceso de sombreado.
- La parcela se ubicó a 5m de la cortina de Moráceas de orientación N-S y a 20m de la cortina de Casuarináceas con orientación E-O. Se consideró el perímetro de la parcela libre de malezas.
- Los camellones y las líneas de siembra se ubicaron con orientación N-S, para garantizar la exposición a la radiación solar directa E-O.
- La parcela se ubicó a 2m de la fuente de agua.
- Delimitada la parcela se planificó las asociaciones adecuadas con hortalizas de temporada otoño – invierno, correspondiendo a la temporalidad de la frutilla.

Figura 3: Ubicación de la parcela de frutillas en el predio CDA.



Fuente: Elaboración de Carmona, P. (2023).

c-Preparación del suelo:

La labranza y laboreo del suelo se realizó en el mes de abril con adecuada humedad en el perfil del suelo debido a las precipitaciones, lo que facilitó el laboreo mecánico. Se llevó a cabo una labranza mínima, combinando método convencional con conservacionista por el nivel de compactación presente en el suelo. A continuación, se describe el laboreo que se realizó:

- Una pasada de arado de cincel (Figura 4), como labranza primaria para descompactar el suelo y permitir las labores secundarias, además de promover y mantener la estructura y la fertilidad en el perfil del suelo.
- Dos pasadas de rastra de discos en forma cruzada para desterronar el suelo.
- Se aplicó lombricompost estabilizado, producido en el lugar, dosis de 1.3 kg/m² distribuido en toda la parcela (Figura 5).
- Una pasada de motocultivador para incorporar el lombricompost en toda la superficie.
- Se utilizó un surcador para el trazado y armado de camellones. Las dimensiones de los camellones trapezoidales fueron las siguientes: 0,4m sobre camellón, 0,7m en la base, 0,4m de altura y 1,5m de distancia entre camellones. (Figura 6)

Figura 4: Labranza vertical de suelo, uso de cincel.



Fuente: Producción propia (2021).

Figura 5: Aplicación de lombricompost estabilizado.



Fuente: Producción propia (2021).

Figura 6: Armado de camellones.



Fuente: producción propia (2021).

d-Selección de la variedad:

Se seleccionó la variedad de frutilla considerando por un lado los antecedentes fitosanitarios, edafológicos y climáticos del área de cultivo; y por otro lado la variedad que comercialmente está disponible para nuestra zona. Para esta experiencia se adquirió la variedad registrada “Camino Real”. Las plantas, bajo el protocolo de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), provienen de un vivero comercial registrados en el Instituto Nacional de Semilla (INASE) (Kirchbaum, D. 2010).

Los plantines se definen como: “plantas frigo”, con “dormancia y tratamiento de frío” (plantas conservadas durante 6 meses a -2°C y con humedad $> 90\%$), el proveedor los acondiciona en cajas de cartón con 1000 plantines/caja y los comercializa a raíz desnuda (Figura 7).

Los plantines llegaron a la provincia de Salta, Municipio de Güemes, por vía terrestre y fueron retirados y acondicionados en heladera hasta el momento de la plantación.

Figura 7: Manojos de plantines a raíz desnuda.



Fuente: Producción propia (2021).

e-Parcela hortícola:

La aplicación del principio agroecológico de diversificación a través de la herramienta denominada Asociación, se manifestó trasplantando hortalizas de temporada otoño-invierno en la periferia de la parcela de frutillas. Esto permitió aprovechar mejor los espacios cultivados y los recursos del ecosistema, sinergizando el ámbito productivo.

En general, existen opciones de ubicación de la “asociación”: puede asociarse con otras variedades en el mismo camellón, alternando hortalizas entre plantines de frutilla o ubicando las variedades en la periferia de la parcela productiva en camellones distintos. Técnicamente se opta por la última opción, facilitando el manejo del sistema en su totalidad.

La asociación en esta experiencia tuvo como objetivo:

- Utilizar el recurso de olor y color de las hortalizas implantadas y/o flores como repelentes de plagas y/o atrayentes de fauna benéfica. Aliadas estratégicas son las caléndulas (*Calendula officinalis*) y copetes (*Tagetes* sp.).
- Aprovechar los nutrientes del suelo en forma complementaria y no generando competencia.
- Conformar barreras mecánicas para prevenir erosión eólica y reducir el ingreso de insectos voladores.

- Favorecer el desarrollo controlado de la vegetación espontánea, por sus aportes como albergue de fauna benéfica.

Como principio agroecológico, el cultivo principal no se debe asociar con especies de la misma familia botánica por tener en común o ser igualmente susceptibles a las mismas plagas y enfermedades.

De las hortalizas recomendadas para la asociación (Cuadro 1), se seleccionaron las siguientes variedades: puerro, cebolla de verdeo y flor de caléndula (Figura 8). La temporalidad de los cultivos asociados se detalla en el Cuadro 2; y la ubicación de dichas variedades hortícolas en un anillo perimetral a la parcela de frutillas, se detalla en el Cuadro 3.

Cuadro 1: Hortalizas recomendadas para diversificar en frutilla.

Cultivo	Especies asociadas implantadas	Función en el sistema
Frutilla (Fragaria ananassa)	Cebolla de verdeo (Allium fistulosum)	-Liberación de exudado radicular con poder antibiótico -Planta trampa de trips.
	Puerro (Allium porrum) Allium ameloprasum var, porrum	-Repelente por liberación de compuestos azufrados volátiles. En floración es refugio de insectos melíferos y polinizadores
	Acelga (Beta vulgaris var Cicla)	Rápida generación de cobertura y rápido ingreso a cosecha
	Lechuga (Lactuca sativa)	Acceder a nutrientes en los primeros cm del perfil evitando la competencia: optimizar el uso de abonos
	Rabanito (Raphanus sativus)	Eficientizar el uso de espacios y nutrientes
	Copete (tagetes patula)	Sus exudados radiculares, repelen nematodos, larvas, hongos y bacterias. Ya que contiene alcaloides, piretrinas, también, ácido tánico, tiofenos
	Caléndula (Caléndula officinalis)	Atraen (plantas trampa), depredadores coccinélidos y parasitoides micro himenopteros
	Zanahoria (Daucus carota)	Se dejan algunas plantas en floración: estas umbelíferas atraen predadores Coccinélidos y polinizadores
	Vegetación espontanea de Melilotus (Melilotus albus) Trébol blanco (Tifolium repens)	-Son refugio de enemigos naturales coccinélidos, crisopas y sirfidos -Fijación de nitrógeno en el suelo. Rápida generación de cobertura.

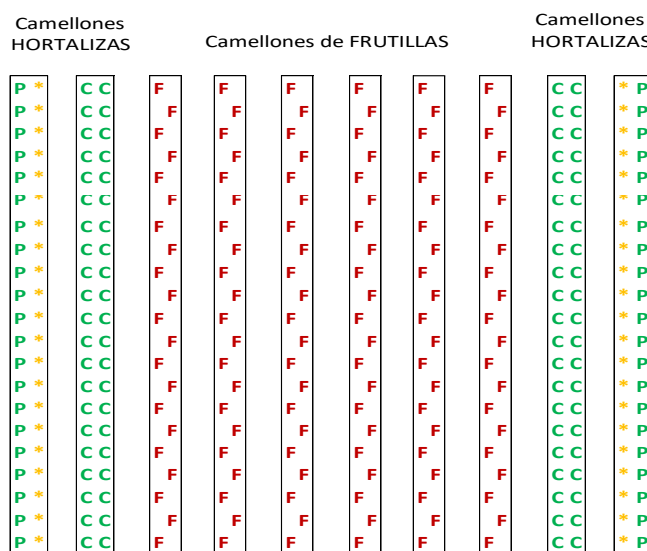
Fuente: Cartillas y Publicaciones de PRO HUERTA (MDS-INTA) (2023)

Cuadro 2: Meses correspondientes al ciclo de las variedades asociadas a la frutilla

Año 2021									Año 2022		
Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Set	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Frutilla											
Cebolla verdeo											
Puerro									plantas en floración		
Caléndula											

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cuadro 3: Esquema de ubicación de frutilla, flores y hortalizas asociadas



Fuente: Elaboración propia (2021).

Referencia Croquis 2:

P: Puerro hilera simple

*****: Caléndula hilera simple

C: Cebolla de verdeo doble hilera

F: Frutilla a 3 bolillos

Figura 8: Asociación de frutillas, flores y hortalizas. Temporada Otoño/Invierno



Fuente: Producción propia (2021).

f-Plantación:

La plantación (trasplante), de la variedad comercial Camino Real se realizó en el mes de mayo del año 2021, época acorde a la variedad.

En la etapa de pre-plantación se realizó un tratamiento preventivo para el manejo agroecológico del complejo de hongos denominado Damping off (por el cual se pierden plantines o plántulas recién trasplantadas mostrando como síntoma la estrangulación del cuello del plantín). El tratamiento consistió en remojar las raíces durante 10 minutos (Figura 9), en una decocción de Equisetum arvense (infusión de cola de caballo). Posteriormente se trasplantó.

Figura 9: Raíces de plantines de frutillas remojadas en decocción de Equisetum arvense.



Fuente: Elaboración propia (2021).

El marco de plantación utilizado fue a “tres bolillos” (extremos del triángulo), con distancias de: 0,20 m entre líneas y 0,25 m entre plantas, logrando una densidad de 480 plantas implantadas/90m².

Se optó por el riego por goteo a los fines de ser más eficientes en el uso de agua; la cinta de riego por goteo queda trazada en una línea media del camellón (Figura 10).

Figura 10: Frutilla trasplantada a tres bolillos sobre camellón, con riego instalado.



Fuente: Producción propia (2021).

g-Práctica de refalle y reemplazo:

Se realizó el refalle de plantas perdidas y se reemplazó los plantines defectuosos, secos o que no brotaron; estas prácticas de manejo se desarrollaron a los 7 días de la plantación con el objetivo de mantener la densidad poblacional.

h-Cobertura del suelo/ mulching:

La cobertura del suelo es una práctica que se lleva adelante para proteger el suelo de las inclemencias, la erosión y la pérdida de materia orgánica en el horizonte y primeros cm del suelo.

El elemento usual, común y altamente adoptado por los productores es el uso del plástico negro cubriendo todo el camellón, se denomina “mulching plástico”.

La alternativa agroecológica es la cobertura vegetal denominada “mulching vegetal”, con funciones relevantes como el control de malezas por sombreado, conservación de la humedad del perfil del suelo, aporte de materia orgánica, refugio de enemigos naturales de plagas, regulador de temperatura de suelo, entre otras.

En esta experiencia, se utilizó mulching vegetal con residuos del sistema productivo local (paja de poroto, hojarasca otoñal, restos de siega de

parques, restos de fardos de alfalfa y paja de avena descartada), sin raíces y sin semillas. Estos insumos se distribuyeron al voleo cubriendo todo el camellón (Figura 11).

Con el paso del tiempo y con humedad en el camellón, la cobertura vegetal sufrió un proceso de biodegradación. Por lo que la cobertura se renovó cada 3 meses durante todo el ciclo del cultivo. La precaución para esta práctica es tener el recurso acumulado en el predio y sobre todo analizar la logística para el traslado de esos residuos.

Figura 11: Mulching vegetal sobre el camellón.



Fuente: Producción propia (2021).

En época de precipitaciones la cobertura vegetal sobre camellones se complementó con la práctica de cubrir la caminería y los espacios entre camellones con pasto seco, sobre todo para evitar la acumulación de agua (Figura 12).

Figura 12: Mulching con pasto seco entre camellones.



Fuente: Producción propia (2021).

Los residuos para utilizar son varios. La Figura 13 muestra una alternativa de mulching vegetal (restos de viruta de madera blanda que es residuo en aserraderos locales), utilizada por productores locales.

Figura 13: Mulching con viruta de madera



Fuente: Julián Martínez, productor de Valle de Lerma (2021).

i-Manejo preventivo de heladas:

El Valle de Lerma es un territorio con periodo de heladas, una práctica productiva asidua que complementa el mulching vegetal es la instalación de micro túneles con manta anti helada (Figura 14), esta reduce el impacto de las heladas y el riesgo de perdidas productivas.

En esta experiencia, esta práctica se realizó en los meses de otoño invierno.

Figura 14: Camellones cubiertos con micro túneles de tela anti helada, manejo de heladas.



Fuente: Producción propia (2021).

j-Manejo de la fertilización

En toda parcela de cultivo es importante la fertilización, no solo para cubrir los requerimientos de nutrientes sino por la sostenibilidad de la fertilidad inicial existente.

Entre las herramientas agroecológicas, el uso de biofertilizantes (bioinsumos en su rol de fertilizantes) aporta a la nutrición, recuperación y reactivación de la vida del suelo. En esta experiencia se aplicaron: lombricompost (Figura 15), decocción de cascara de banana (*Musa paradisiaca L.*) (Figura 16) y biol (Figura 17).

El lombricompost maduro fue producido en el CDA con residuos propios de las actividades agropecuarias de la EEA SALTA.

Figura 15: Pila de lombricompost maduro. CDA EEA Salta.



Fuente: producción propia (2021)

Figura 16. Decocción de cascara de banana



Fuente: Infocampo

El biol utilizado fue elaborado con recursos locales, la formulación utilizada provino de las experiencias de productores hortícolas locales.

Figura 17: Biol acondicionado en contenedor



Fuente: Producción propia (2021)

A los fines de determinar el estado físico-químico del suelo, se tomó una muestra compuesta para su análisis en laboratorio (Anexo 1).

Con los resultados obtenidos, en el cuadro 4 se detallan los requerimientos de nutrientes del cultivo de frutilla y aportes de nutrientes desde enmiendas seleccionadas. Como se puede observar se necesitó aplicar varios tipos de enmiendas para cubrir los requerimientos del cultivo y de esa manera no empobrecer la oferta de nutrientes del suelo.

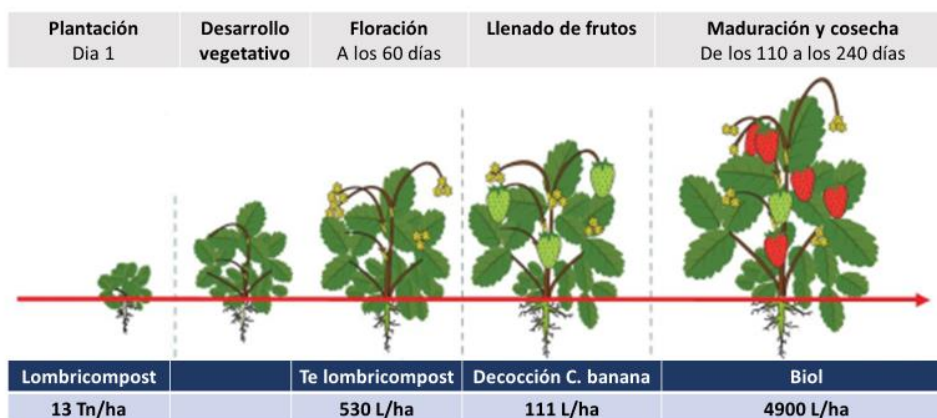
Cuadro 4: Requerimiento de nutrientes del cultivo de frutilla y aportes de nutrientes desde enmiendas seleccionadas.

Nutrientes	Oferta del suelo (Kg/ha)	Requerimiento del cultivo kg/ha (Rend. 40tn/ha)	Aporte de Nutrientes por la aplicación de enmiendas orgánicas (Kg/ha)				Aporte del suelo Kg/ha
			Aporte lombricompost 13 tn/ha. (Tasa mineralización 50%*)	Aporte del Te lombricompost 530 l/ha	Decocción cascara banana 111 l/ha	Aporte del Biol 4.9 m3/ha	
N	82	60	48	0	-	8	4
P2O5	68	28	32	0	-	8	-
K2O	149	92	40	1	0.3	4	46,7
CaO	9016	20	96	0.1	-	-	-
MgO	677	14	22	0.04	-	-	-

La bibliografía nacional (Caminiti, A. 2015) aconseja distribuir los fertilizantes de manera anticipada y oportuna, teniendo en cuenta la absorción de nutrientes del cultivo en sus fases fenológicas (Figura 18), para así evitar las deficiencias nutricionales que puedan afectar la producción. El Cuadro 5, muestra que a partir del día 61 (desde el trasplante del cultivo), tienen que ser mayores los aportes de nitrógeno, potasio, calcio, magnesio, sobre todo

por la acción directa de estos elementos químicos en la etapa de floración fructificación.

Figura 18: Etapas fenológicas de la frutilla destacando los momentos de aplicación de lombricompost, decocción de cascara de banana y biol.



Fuente: Amézquita Alvarez, M. A. (2018)

Cuadro 5: Absorción de nutrientes del cultivo de frutillas.

Etapas del cultivo	Absorción de nutrientes				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Primeros 60 días	30%	50%	12%	18%	26%
A partir de 61° día	70%	50%	88%	82%	74%

Fuente: Elaboración propia (2021).

N: Nitrógeno. P₂O₅: Oxido fosfórico . K₂O: Oxido de potasio. CaO: Oxido de calcio. MgO: Oxido de magnesio

Para fertilizar el suelo y evitar su empobrecimiento se aplicaron:

- Durante la preparación del suelo: 13tn/ha de lombricompost sólido como fertilización de base.
- A partir del día 61 posterior al trasplante y mediante fertirriego: 530 l/ha de lombricompost diluido en agua (te de lombricompost) al 10%, 111 l/ha de decocción de cascara de banana al 10% y 4900 l/ha de biol al 10%.

El Cuadro 6 muestra el porcentaje de materia orgánica (MO) y la relación carbono/nitrógeno (C/N) del suelo, medidos antes y después de la aplicación del lombricompost sólido.

Cuadro 6: Factores edáficos del suelo, parcela CDA EEA INTA Salta.

Factores edáficos	Rangos óptimos	Situación inicial del suelo	Luego de la incorporación de lombricompost
MO %	> 4	2,3%	3%
C/N	< 14	11	11,3

Fuente: Elaboración propia (2023).

La trazabilidad a través del análisis de suelo nos indica que se mejoró el contenido de MO y conservamos la relación C/N en el rango óptimo.

k-Riego:

El riego de la parcela se realizó, para eficientizar el uso del agua, a través de la instalación de un sistema de riego por goteo cada 3 días.

Tanto en los camellones de frutilla como en los de hortalizas, se dispuso 1 línea de riego sobre cada eje central del camellón.

El plan de riego se elaboró mediante el uso del Software Cropwat 8.0 de la FAO, a partir del cual se determinó el requerimiento hídrico del cultivo de frutilla para el Valle de Lerma y los volúmenes de las enmiendas líquidas (Cuadro 7).

Cuadro 7: Plan de riego de la parcela de frutilla (CDA EEA INTA Salta).

Fecha riego	DDT *	Etapas **	Precipit. Efectiva (mm)	Lamina Bruta (mm)	m ³ / parcela <small>90m²</small>	N° riego	L/riego	Te Lombri. (L/riego)	Decoc. Casc Banana (L/riego)	Biol (L/riego)	Horas de riego	Min/ riego
1-jun	3	Ini	0.0	6,5	0,585	1	585	0	0	0	1,95	117
4-jun	6	Ini	0.0	1,3	0,117	1	117	0	0	0	0,39	23
7-jun	9	Ini	0.6	1,2	0,108	1	108	0	0	0	0,36	22
10-jun	12	Ini	0.0	1,9	0,171	1	171	0	0	0	0,57	34
13-jun	15	Ini	0.4	1,5	0,135	1	135	0	0	0	0,45	27
16-jun	18	Des	0.0	1,9	0,171	1	171	0	0	0	0,57	34
19-jun	21	Des	0.0	1,9	0,171	1	171	0	0	0	0,57	34
22-jun	24	Des	0.0	2,2	0,198	1	198	0	0	0	0,66	40
25-jun	27	Des	0.0	2,3	0,207	1	207	5	1	0	0,69	41
28-jun	30	Des	0.0	1,8	0,162	1	162	0	0	0	0,54	32
1-jul	33	Des	0.0	2,5	0,225	1	225	0	0	0	0,75	45
4-jul	36	Des	0.0	2,1	0,189	1	189	0	0	2	0,63	38
7-jul	39	Des	0.6	2,1	0,189	1	189	0	0	0	0,63	38
10-jul	42	Des	0.0	2,8	0,252	1	252	0	0	0	0,84	50

13-jul	45	Des	0.7	2,6	0,234	1	234	0	0	2	0,78	47
16-jul	48	Des	0.0	3,3	0,297	1	297	0	0	0	0,99	59
19-jul	51	Des	0.0	3,3	0,297	1	297	0	0	2	0,99	59
22-jul	54	Des	0.0	3,8	0,342	1	342	0	0	0	1,14	68
25-jul	57	Des	0.0	4,1	0,369	1	369	0	0	0	1,23	74
28-jul	60	Des	0.0	3,2	0,288	1	288	0	0	0	0,96	58
31-jul	63	Des	0.0	4,1	0,369	1	369	0	0	0	1,23	74
3-ago	66	Des	0.9	4	0,36	1	360	0	0	2	1,2	72
6-ago	69	Des	0.0	5	0,45	1	450	0	0	0	1,5	90
9-ago	72	Des	0.0	5	0,45	1	450	0	0	0	1,5	90
12oago	75	Des	0.0	5,6	0,504	1	504	0	0	2	1,68	101
15-ago	78	Des	0.0	5,9	0,531	1	531	0	0	0	1,77	106
18-ago	81	Des	0.0	4,8	0,432	1	432	0	0	2	1,44	86
21-ago	84	Des	0.0	6,3	0,567	1	567	0	0	0	1,89	113
24-ago	87	Des	0.0	5,9	0,531	1	531	0	0	2	1,77	106
27-ago	90	Des	1.0	5,9	0,531	1	531	0	0	0	1,77	106
30-ago	93	Med	0.0	7	0,63	1	630	0	0	0	2,1	126
2-sep	96	Med	0.0	7,5	0,675	1	675	0	0	0	2,25	135
5-sep	99	Med	0.0	7,8	0,702	1	702	0	0	0	2,34	140
8-sep	102	Med	0.0	7	0,63	1	630	0	0	2	2,1	126
11-sep	105	Med	0.0	8	0,72	1	720	0	0	0	2,4	144
14-sep	108	Med	0.0	7,8	0,702	1	702	0	0	2	2,34	140
17-sep	111	Med	0.5	7,8	0,702	1	702	0	0	0	2,34	140
20-sep	114	Med	0.0	8,4	0,756	1	756	0	0	2	2,52	151
23-sep	117	Med	2.0	7	0,63	1	630	0	0	0	2,1	126
26-sep	120	Med	0.0	9,1	0,819	1	819	0	0	0	2,73	164
29-sep	123	Med	0.0	9,1	0,819	1	819	0	0	0	2,73	164
2-oct	126	Med	0.0	9,7	0,873	1	873	0	0	0	2,91	175
5-oct	129	Med	0.0	10	0,9	1	900	0	0	2	3	180
8-oct	132	Med	0.0	6,7	0,603	1	603	0	0	0	2,01	120
11-oct	135	Med	0.0	10,3	0,927	1	927	0	0	0	3,09	185
14-oct	138	Med	0.0	7,3	0,657	1	657	0	0	2	2,19	131
17-oct	141	Med	4.5	5,9	0,531	1	531	0	0	0	1,77	106
20-oct	144	Med	0.0	10,9	0,981	1	981	0	0	2	3,27	196
23-oct	147	Med	6.8	3,6	0,324	1	324	0	0	0	1,08	65
26-oct	150	Med	0.0	10,8	0,972	1	972	0	0	0	3,24	194
29-oct	153	Med	0.0	10,8	0,972	1	972	0	0	2	3,24	194
1-nov	156	Med	0.0	10,8	0,972	1	972	0	0	0	3,24	194
4-nov	159	Med	0.0	7,1	0,639	1	639	0	0	2	2,13	128

7-nov	162	Med	8.7	3,6	0,324	1	324	0	0	0	1,08	65
10-nov	165	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	2	3,21	193
13-nov	168	Med	10.6	3,6	0,324	1	324	0	0	0	1,08	65
16-nov	171	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	2	3,21	193
19-nov	174	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	0	3,21	193
22-nov	177	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	0	3,21	193
25-nov	180	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	2	3,21	193
28-nov	183	Med	0.0	7,1	0,639	1	639	0	0	0	2,13	128
1-dic	186	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	2	3,21	193
4-dic	189	Med	0.0	7,1	0,639	1	639	0	0	0	2,13	128
7-dic	192	Med	19.5	3,6	0,324	1	324	0	0	2	1,08	65
10-dic	195	Med	0.0	10,7	0,963	1	963	0	0	0	3,21	193
13-dic	198	Med	23.5	3,5	0,315	1	315	0	0	2	1,05	63
16-dic	201	Med	0.0	10,6	0,954	1	954	0	0	0	3,18	191
19-dic	204	Med	0.0	10,6	0,954	1	954	0	0	0	3,18	191
22-dic	207	Med	0.0	10,4	0,936	1	936	0	0	0	3,12	187
25-dic	210	Med	0.0	10,3	0,927	1	927	0	0	0	3,09	185
28-dic	213	Med	0.0	6,9	0,621	1	621	0	0	2	2,07	124
31-dic	216	Med	0.0	10,3	0,927	1	927	0	0	0	3,09	185
3-ene	219	Med	32.8	3,3	0,297	1	297	0	0	0	0,99	59
6-ene	222	Fin	0.0	9,9	0,891	1	891	0	0	0	2,97	178
9-ene	225	Fin	0.0	9,9	0,891	1	891	0	0	0	2,97	178
12-ene	228	Fin	0.0	9,2	0,828	1	828	0	0	0	2,76	166
15-ene	231	Fin	0.0	8,9	0,801	1	801	0	0	0	2,67	160
18-ene	234	Fin	0.0	5,9	0,531	1	531	0	0	0	1,77	106
21-ene	237	Fin	0.0	8,6	0,774	1	774	0	0	0	2,58	155
24-ene		Fin	0.0									
Total			80.4 mm	513 mm	46 m3	79 riegos		5 litros	1 litro	44 litros	154 horas	

Fuente: Elaboración propia (2021).

Referencias:

*DDT: días después del trasplante.

**Etapas: El cultivo se organiza en etapas:

(Ini) corresponde desde el trasplante al inicio de desarrollo vegetativo.

(Des) corresponde a la etapa de desarrollo vegetal hasta inicio de floración.

(Med) Desde inicio de producción y cosecha.

(Fin) Corresponde a la etapa final de cosecha.

Se destacó que el requerimiento hídrico del cultivo de frutillas en el Valle de Lerma es de 541 mm, el cual, considerando la precipitación efectiva, se puede cubrir mediante la aplicación de una lámina bruta de 513 mm, equivalentes a una dotación de 46,2 m³ de agua, distribuido en 79 riegos (Figura 19), mediante sistema de riego con un 90 % de eficiencia.

Figura 19: Primera aplicación, riego de asiento en pre trasplante. CDA EEA Salta.



Fuente: Producción propia (2021).

I-Manejo de malezas

Adquiere importancia el control de las malezas sobre el camellón para evitar la competencia del cultivo por luz, agua y nutrientes.

El control de malezas se desarrolló con mulching de cobertura vegetal. En época de precipitaciones donde se intensifica la presencia de maleza superando la cobertura vegetal, el control se realizó manualmente. El moto cultivador es un implemento agrícola de laboreo de suelo a pequeña escala que ayudó en la remoción mecánica de malezas (Figura 20).

Figura 20: Control de malezas entre camellones con moto cultivador.



Fuente: Producción propia (2021).

m-Manejo de plagas y enfermedades:

Basados en los principios agroecológicos, se describen acciones y buenas prácticas de manejo con carácter preventivo:

- Usar una variedad adaptada a las condiciones ambientales del Valle de Lerma permite una mejor respuesta productiva y mayor tolerancia.
- Promover la remoción del suelo mediante labranza vertical, lo cual expone pupas y larvas de insectos (plaga) que pueden ser alimentos de controladores biológicos; estabiliza la temperatura del suelo y conserva su estructura; aumenta infiltración del agua en la rizosfera y promueve el desarrollo de raíces; entre otros beneficios.
- Respetar la fecha de plantación y la temporalidad adecuada del cultivo.
- Incorporar materia orgánica en el suelo a través de bioinsumos, esto incrementa la población de microorganismos saprofitos en el suelo los que colonizan la rizosfera y, por relaciones de competencia, reducen y reprimen el desarrollo de microorganismos patógenos.
- Aplicar una dosis adecuada de lombricompost, fortalece la disponibilidad y absorción de nutrientes, y reduce la susceptibilidad del cultivo a condiciones adversas.
- Respetar el marco de plantación (distanciamiento entre plantas de frutillas), para reducir la competencia por espacio, luz, agua y nutrientes.
- Asociar otros cultivos para generar un ambiente heterogéneo que promueva la diversificación de aromas, colores y barreras físicas.
- Aplicar mulching vegetal sobre el camellón y entre camellones. La cobertura conserva la humedad y regula la temperatura del suelo.
- Utilizar un sistema de riego eficiente para evitar pérdidas de agua, estrés hídrico o asfixia radicular por excesos.
- Realizar el control y manejo de malezas en el camellón y entre camellones en la etapa de pasto tierno para facilitar su remoción.

La elaboración y aplicación de bioinsumos (cuadro 8), complementaron las buenas prácticas para prevención y control de plagas y enfermedades.

Cuadro 8: Biopreparados aplicados en la parcela, sus características, formas de presentación.

Biopreparado	Forma de presentación	Dosis de aplicación	Forma de aplicación	Acción sobre Plagas y enfermedades
Cola de caballo	Decocción: líquida	50 ml/100 plantas Se diluye al 10%.	Raíces: En trasplante se sumergen las raíces a la solución pura de cola de caballo. En follaje: se pulveriza cada 15 días.	Hongos de suelo: complejo damping off Hongos de follaje: Botrytis y Alternaria
Solución de tabaco	Purín: líquido	2,7 cc/m ² Se diluye al 10%	Aplicación preventiva cada 15 días. Se realizan aplicaciones curativas a partir del monitoreo e identificación de trips.	Trips Pulgones Ácaros
A.J.A.: Tintura de ajo, aji y jengibre	Macerado: líquido	0,42 ml/m ² Se diluye al 1,5%	Pulverización sobre follaje cada 15 días, alternando con la solución de tabaco.	Repelente de insectos
Tierra de diatomeas	Sólido		Espolvorear la base de los tallos, por donde trepan las plagas.	Insectos en general. Larvas, babosas, caracoles, hormigas, chinches, polillas, cascarudos, mosca blanca, pulgonos, ácaros, trips.
Ceniza de madera	sólido		Espolvoreo sobre las plantas	Hongos (Botrytis)

Fuente: Elaboración propia (2021).

Para la elaboración y aplicación de los biopreparados en predio se utilizaron los elementos de protección personal (EPP), recomendados en el marco legal de las BPA.

Se realizó un monitoreo de plagas utilizando trampas cromáticas adhesivas y trampas de agua, a razón de 2 trampas adhesivas y 1 trampa de agua por camellón (Figura 21). Se alternaron los colores azul y amarillo a lo largo del camellón.

Las trampas azules (tanto adhesiva como la de agua), fueron utilizada para la atracción de trips, las trampas amarillas atraparon pulgones, mosca blanca y mosca minadora.

Figura 21: Trampas cromáticas adhesivas y de agua.

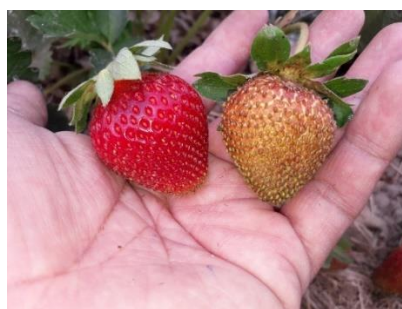


Fuente: producción propia (2021).

Afecciones del cultivo de frutilla durante su ciclo productivo

El cultivo se vio afectado por plagas y enfermedades en distintos momentos fisiológicos, los daños observados fueron: por animales silvestres (sobre todo liebres), trips, pulgones, podredumbre húmeda, podredumbre seca, babosas, fumagina, (Figuras 22, 23, 24, 25, 26 y 27). Además, se observaron malformaciones en el fruto propias de épocas de frío y por insectos.

Figura 22: A la izquierda fruto sano, a la derecha fruto con daño de laceración por trips.



Fuente: Producción Propia (2021)

Figura 23: Fruto dañado por babosa.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 24: Signos de fumagina sobre hojas de frutilla atacada por pulgones.



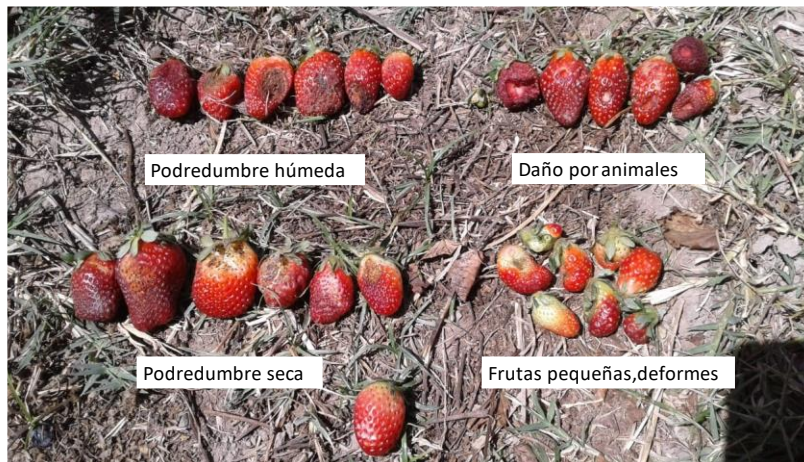
Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 25: Fruto con podredumbre seca.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 26: Síntomas por varios factores, muestra de daños en frutos.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Figura 27: Frutillas dañadas por roedores (cuises, liebres).



Fuente: Elaboración propia (2021).

La diversificación en la naturaleza hace a la sostenibilidad y sustentabilidad del agroecosistema.

Se muestra en este trabajo que el principio agroecológico que cita la diversificación, también hace alusión directa a la presencia de organismos y microorganismos, que desde un punto de vista agronómico se catalogan como plagas y enfermedades; pero que desde el punto de vista agroecológico, son individuos que coexisten con el cultivo y deben controlarse por el Nivel de Daño Económico (cantidad de plaga por planta), para no generar concentraciones de individuos que pongan en peligro la

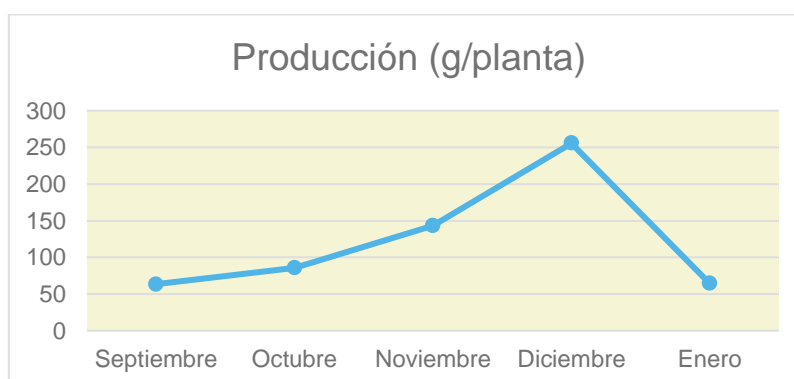
productividad, el rendimiento del cultivo, la sanidad del ambiente, entre otras aptitudes.

4-Cosecha, calidad e inocuidad ⁽¹⁾

El periodo de cosecha se extendió durante 5 meses, iniciando el 7 de septiembre y finalizando el 25 de enero. El rendimiento que se obtuvo fue de 613 g/planta, alcanzando el pico de producción en el mes de diciembre (Figura 28). El peso promedio del fruto fue de 16 g y el diámetro promedio de 30 mm.

Durante el ciclo del cultivo y sobre todo en la planitud del periodo de cosecha, se realizaron entre 2 a 3 cosechas semanales, siempre durante la mañana y a partir del 75% del fruto con coloración rojiza (3/4 pinto), se descartaron las frutas pequeñas, deformes dañadas y enfermas.

Figura 28: Curva de producción de la parcela de frutilla.



Durante el periodo de cosecha se evaluaron parámetros fisicoquímicos de calidad de fruto (Cuadro 9) y de inocuidad microbiológica (coliformes fecales, *Salmonella* spp y *E. coli*), (Cuadro 10).

Cuadro 9: Parámetros fisicoquímicos en frutos cosechados.

Determinaciones	Frutilla
Acidez (% ácido cítrico)	0,55
Antocianos (mg/100g)	29,1
Solidos solubles °Brix	9.6

La acidez es el parámetro que el consumidor tiene en cuenta al momento de seleccionar y consumir la fruta, influye de manera importante en el sabor. El porcentaje de acidez máximo recomendado según el protocolo de calidad

para frutilla fresca y congelada (SENASA, 2012), es de 0,8% de acidez titulable, los obtenidos en esta experiencia se encontraron dentro del rango de aceptabilidad.

Los antocianos son pigmentos naturales que se encuentran en las frutillas, responsables de su color; a su vez se relacionan con la madurez de la fruta. El contenido de antocianos en las frutas evaluadas con manejo agroecológico fue similar al obtenido en frutillas comerciales con manejo convencional (28,1 mg/100g).

Los sólidos solubles representan la cantidad de azúcar (sacarosa) presente en un fruto, los valores obtenidos en esta experiencia superaron el valor mínimo recomendado es 7 °Brix (SAGYP, 2012).

Cuadro 10: Parámetros de inocuidad microbiológica en frutillas

Determinaciones	Frutilla
Coliformes fecales (ufc/g)	<0,3
<i>Salmonella</i> sp./25mg	0
<i>E. coli</i> ufc/g	0



ufc/g: unidades formadoras de colonias por gramo

Se obtuvieron frutillas con calidad microbiológica apropiada, puesto que no se observó la presencia de microorganismos contaminantes, ni patógenos.

(1) Resultados expuestos en Carmona et al., 2023.

5-Evaluación de los consumidores - Panel sensorial ⁽²⁾

Para conocer la aceptabilidad de las frutillas obtenidas en esta experiencia, se realizó un panel sensorial con 120 consumidores. Se evaluó la aceptabilidad de las frutillas cultivadas con herramientas agroecológicas (FA) y frutillas comerciales cultivadas bajo manejo convencional (FC), para la misma variedad y temporalidad. Los parámetros sensoriales evaluados fueron firmeza, color rojo, acidez y dulzor. Los resultados se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11: Características sensoriales evaluadas en frutilla.

	Dulce (grados Brix)	Roja	Acida (grados Dornic)	Firme
Agroecológico	5,43 a	5,77 a	3,41 a	6,01 a
Convencional	4,02 b	6,29 a	5,39 b	5,80 a

Fuente: Fili, 2022

Nota: Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas (valor $p < 0,001$)

Se pudo observar diferencias estadísticamente significativas en los parámetros dulzor y acidez, siendo FA mas dulce y menos acida que FC. La aceptabilidad de FA fue del 86% mayor respecto a FC de 56%, mostrando diferencias significativas ($p < 0,0001$). Con respecto al análisis de preferencia, el 75% eligió FA, el 23% FC y el 2% ambas frutillas.

Como conclusión del Panel Sensorial se destacó que: ... *“La frutilla cultivada con manejo agroecológico, alcanzo una calidad con atributos sensoriales que determinaron su mayor aceptabilidad y preferencia frente a la comercial...”*.

(2) Resultados expuestos en Fili, et al. 2022.

7-Conclusiones

Las prácticas de manejo seleccionadas y aplicadas respondieron a los principios agroecológicos generando información técnica-productiva del cultivo de frutilla.

Con la aplicación de herramientas agroecológicas se logró producir frutillas frescas de calidad comercial y sin la aplicación de insumos de síntesis química.

Bajo manejo agroecológico se obtuvieron frutillas inocuas desde el punto de vista microbiológico, además contaron con atributos sensoriales que le otorgaron mayor aceptabilidad y preferencia.

Bajo el manejo agroecológico, se alcanzó un rendimiento considerado aceptable dentro del promedio de la zona y en el ámbito de manejo convencional.

La Agroecología como etnociencia es muy dependiente del contexto social, económico, productivo, ambiental, identitario, entre otros. Se aclara que los resultados logrados y conclusiones volcadas respondieron directamente al sistema productivo descripto y en un contexto en particular funcional para esta experiencia.

8-Bibliografía

Altieri, M., et al. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Primera edición. Red de formación ambiental para America Latina y el Caribe. Mexico. ISBN 968-7913-04-X

Caminiti, A. (2015). Cultivo de Frutillas en la Provincia de Neuquén. Centro PyME - ADENEU Agencia San Martín de los Andes. Re-edición INTA EEA San Carlos de Bariloche. ISSN: 1667-4014. PP: 34 y 35

Carmona, P., et al. (2023). Evaluación de la producción e inocuidad en frutilla cultivadas con manejo agroecológico. Repositorio Inta. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/16308>.

Cerda, E. (2023). Curso de Agroecología Programa Cambio Rural. Primer Encuentro Virtual Nacional <https://www.youtube.com/watch?v=ZM9hFrTlo1k>

FAO (2014). Agroecología para la seguridad alimentaria y nutrición. Actas del Simposio Internacional de la FAO. 18-19 de septiembre de 2014, Roma, Italia

FAO (2023). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio Riego y Drenaje 56. ISSN 0254-5293.

FAO (2022). Curso Herramientas de Evaluación del desempeño agroecológico (TAPE). Capacitación virtual.

Fili, J. (2022). Evaluación de la calidad sensorial de frutillas obtenidas mediante dos manejos productivos. Power point. Jornada ¿Participaste del panel de frutillas? Vení que te contamos los resultados. INTA EEA Salta. Cerrillos, Salta.

Gliessman, S. (2007). Procesos ecológicos en Agricultura Sostenible. ISBN 1-57504-043-3

Kirschbaum, D. (2010). Manual de Buenas Practica Agrícolas para la Producción de Frutilla. Buenos Aires: Ediciones INTA. Versión impresa ISBN N°978-987-1623-75-4. PP: 5 y 6.

Resolución SAGyP N°: 866/2012. Protocolo de calidad para frutilla fresca y congelada.

Anexo I: resultados de analisis de suelo



Laboratorio de Suelos, Agua y Fertilizantes - LabSAF
Grupo Recursos Naturales

INFORME ANALISIS DE SUELO



Pág.: 1 de 2

ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROPECUARIA SALTA

Solicitante: ING. PEDRO CARMONA	
Finca: CDA. PARCELA FRUTILLA	Fecha de muestreo: 06/04/2021
Ubicación: CERRILLOS- EEA SALTA	Fecha de ingreso: 06/04/2021
Ensayo: Fertilidad	Compromiso de entrega: 18/05/2021

Identificación de Campo		PARCELA DE FRUTILLAS- CDA
Número de Laboratorio		1-8876
Profundidad de muestreo	(cm)	0-25
Próximo cultivo		FRUTILLA Y HORTALIZAS
Arena	(%)	31
Limo	(%)	45
Arcilla	(%)	24
Calificación Textural		Franco
Capacidad Hídrica de Saturación	(%)	34
pH en suspensión suelo-agua 1:2.5		7.5
Conductividad Eléctrica (Salinidad)	(mmho/cm)	0.52
Carbonato de Calcio y Magnesio	(%)	0
Carbono Orgánico	(%)	1.38
Materia Orgánica	(%)	2.38
Nitrógeno Total	(%)	0.13
Relación C/N		11
Fósforo "Extractable"	(p.p.m.)	32
Sodio Intercambiable	(meq/100 g)	0.5
Potasio Intercambiable	(meq/100 g)	1.13
Calcio Intercambiable	(meq/100 g)	11.5
Magnesio Intercambiable	(meq/100 g)	1.2
Cloruro soluble en el extracto de saturación	(meq/l)	<15
Cloruro soluble en el extracto de saturación, Referido a suelo seco	(p.p.m.)	<60

Fecha del informe 18 DE OCTUBRE DE 2021	Revisó Resp. Téc. Jospelina Huidobro	Firma Responsable del Laboratorio Resp. Prof. Dra. Carolina Perez Brandan
--	---	--

INTA – Ruta 68 Km. 172 C.P. (4403) Cerrillos - Salta Tel/Fax: (0387) 4902214 / 2214. Int. 225 e-mail: eeasalta.lab@inta.gov.ar



