

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE FERTILIZACIÓN DE MEJOR RESPUESTA DEL CULTIVO DE FRUTILLAS EN EL VALLE DE LERMA, PROVINCIA DE SALTA.

Autores:
Ing. Agr. Javier Baldi - Ing. Agr. Juan Galli

Grupo Innovación Sistemas Agrícolas, INTA EEA Salta baldi.javier@inta.gob.ar;

Estación Experimental Salta
Julio 2022



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

INTRODUCCIÓN

El cultivo de frutillas es una actividad nueva en el Valle de Lerma, Salta. Desde hace 7 años se empezó a cultivar a partir del fomento institucional (AER INTA Valle de Lerma), como actividad complementaria en el sistema tabacalero; y a la fecha existen al menos 20 pequeños productores y un total de 7 hectáreas en producción. La ciudad de Salta abastece su consumo de frutillas con fruta proveniente principalmente del Valle de los Pericos, Jujuy, donde hay aproximadamente 100 has de cultivo. El periodo de producción es de setiembre a diciembre en el Valle de Lerma y de fines de julio a noviembre en Jujuy para plantas de primer año, comenzando la producción en el mes de mayo y junio para las plantas de segundo año.

La tecnología de producción se basa en plantines de calidad provenientes de viveros de la Patagonia, riego por goteo, fertirriego y “mulch” plástico. Los rendimientos y calidad de la fruta obtenidos son muy buenos favorecidos por la tecnología utilizada, clima benigno con primaveras frescas, ambiente con baja humedad relativa y amplitud térmica entre el día y la noche. La variedad Camino Real representa al menos un 60 % del total del cultivo en los valles templados de Salta y Jujuy.

Se entiende que la maximización de la ecuación rendimiento-calidad puede mejorarse y superarse con un adecuado manejo del riego y la aplicación balanceada de los nutrientes que requiere el cultivo.

OBJETIVO: Determinar el nivel de fertilización de la combinación nitrógeno (N) y potasio (K₂O), de mejor respuesta productiva del cultivo de frutillas en el Valle de Lerma, provincia de Salta.

MATERIALES y METODOS

El lote de evaluación se emplazó en predio de la E.E.A INTA Salta, Cerrillos en el año 2021. Se utilizó la variedad “Camino Real”.

El ensayo se implementó en forma convencional con riego por goteo y “mulch” plástico. El sitio tiene un suelo de tipo franco sin ninguna limitación, contenido del 1,77 % de materia orgánica, 0,10 % de nitrógeno total y 0,66 meq. de K₂O (se acompaña análisis de suelo). Se utilizó agua de riego de fuente subterránea de buena calidad con conductividad eléctrica de 289 umhos/cm y pH 7,2)

Determinación del nivel de fertilización de mejor respuesta del cultivo de frutillas en el Valle de Lerma, Salta.
| Julio 2022 | Cantidad de páginas: 13

Se plantó en forma manual en fecha 14 de mayo con plantas frescas producidas en un vivero de la Patagonia. El total de plantas utilizadas en la investigación fue de 4.367 y en promedio 1.456 plantas por tratamiento. Se plantó sobre bordo a doble línea en tresbolillo distanciadas 0,20 m y a 0,25 m entre plantas a razón de 7 plantas por metro lineal. Las primeras flores se produjeron en julio realizándose la primera cosecha el 31 de agosto. Se realizaron 3 tratamientos con 4 repeticiones (12 bordos de 55 m cada uno, 4 bordos por tratamiento) en una superficie de 860 m². Cada tratamiento consistió en una combinación de distintas unidades de N (nitrógeno) y K (Potasio):

- Tratamiento I (Nivel bajo de fertilización): 35 u N – 60 u K
- Tratamiento II (Nivel medio de fertilización): 70 u N – 110 u K
- Tratamiento III (Nivel alto de fertilización) : 120 u N – 180 u K

Riego y fertilización

Se regó durante 61,5 h distribuidas en 42 riegos realizados desde mayo a diciembre, incorporándose un volumen total de 220 m³ de agua y una lámina aplicada sobre camellón de 554 mm en el ciclo. Los tiempos de riego, número de aplicaciones, dosificación por metro de cinta y láminas aplicadas se presentan en el Cuadro I.

La primera fertilización se realizó en fecha 8 de julio a los 54 días del trasplante. Se utilizaron como aportantes de nutrientes combinaciones de los siguientes fertilizantes solubles: triple 19, sulfato de potasio y nitrato de calcio. Los fertilizantes se dosificaron en 21 riegos de los 42 realizados en el periodo. Las dosis por hectárea totales de fertilizantes aplicadas por tratamiento fueron 250 kg, 500 Kg y 850 kg para los tratamientos I, II y III respectivamente. La cantidad, momento de aplicación, combinación de fertilizantes y dosis (kg/ha) de fertilizantes se detallan en el Cuadro II.

Cuadro I. Cantidad de riegos, volumen y lámina de agua aplicada en ensayo de frutilla

Mes	Nº Riegos	Horas riego (hs)	goteros / m	Lts. /gotero / hs. riego (*)	Lts. / mt / hs. riego	Long.Cinta goteo (m)	Volumen agua (m3.)	Sup (m2)	Lamina (mm)	Lamina / camellon (mm)
Mayo	3	5	10	0,55	5,5	650	17,9	860	21	45
Junio	4	4	10	0,55	5,5	650	14,3	860	17	36
Julio	3	3	10	0,55	5,5	650	10,7	860	12	27
Agosto	5	8	10	0,55	5,5	650	28,6	860	33	72
Septiembre	5	10	10	0,55	5,5	650	35,8	860	42	90
Octubre	8	8,5	10	0,55	5,5	650	30,4	860	35	77
Noviembre	6	10	10	0,55	5,5	650	35,8	860	42	90
Diciembre	8	13	10	0,55	5,5	650	46,5	860	54	117
	42	61,5					220		256	554

(*) Cinta Blue Drip 0,10 - 200 mu : Presión promedio trabajo 0,4 bar

Cuadro II. Cantidad de aplicaciones de fertilizantes por mes y tipo de fertilizante aplicado por tratamiento en ensayo de frutilla.

Fecha aplicación	Nº	Tratamiento I			Tratamiento II			Tratamiento III		
		19-19-19 (Kg/ha)	Sulfato K (Kg/ha)	Nitrato de Ca (Kg/ha)	19-19-19 (Kg/ha)	Sulfato K (Kg/ha)	Nitrato de Ca (Kg/ha)	19-19-19 (Kg/ha)	Sulfato K (Kg/ha)	Nitrato de Ca (Kg/ha)
Julio	3	27			53			91		
Agosto	3	27			53			91		
Setiembre	3	32	13		70	29		108	40	
Octubre	4	23	17	15	44	34	32	76	59	57
Noviembre	4	23	17	15	44	34	32	57	61	62
Diciembre	4	19	11	11	34	11	30	65	11	68
	21	150	59	42	298	108	95	488	171	187
		251			502			847		

Referencia : la cantidad de fertilizante aplicada a cada tratamiento es 1/38 de la dosis /ha (55.000 / 1450 plantas)

La cantidad y tipo de nutrientes aportados por la combinación de fertilizantes utilizada, durante el periodo julio a diciembre para cada uno de los 3 tratamientos se presentan en detalle en el Cuadro III, siendo las dosis por hectárea de nitrógeno (N) y potasio (K), concordantes con las que fueron propuestas a priori: para Tratamiento I 35 kg de N y 58 de K₂O, Tratamiento II 70 kg de N y 109 de K₂O y Tratamiento III 120 kg de N y 178 de K₂O.

El aporte de otros nutrientes aplicados y que no son objeto de esta evaluación se suministraron en las siguientes proporciones. En los 3 tratamientos el fósforo (P₂O₅), el calcio (Ca) y el azufre (S) se aplicaron respecto al nitrógeno respectivamente en las siguientes relaciones 0,8 a 1, entre 0,3 y 0,4 a 1 y 0,2 y 0,3 a 1. (Cuadro III).

Cuadro III. Cantidad de nutrientes suministrados por tratamiento en ensayo de frutilla

Fecha Aplic.	Fertilizantes Utilizados	Tratamiento I Nivel Bajo Fertilización					Tratamiento II Nivel Medio Fertilización					Tratamiento III Nivel Alto Fertilización				
		Nutrientes (kg)					Nutrientes (kg)					Nutrientes (kg)				
		N	P2O5	K2O	Ca	S	N	P2O5	K2O	Ca	S	N	P2O5	K2O	Ca	S
Julio	19-19-19	0,13	0,13	0,13			0,26	0,26	0,26			0,46	0,46	0,46		
Agosto	19-19-19	0,13	0,13	0,13			0,27	0,27	0,27			0,46	0,46	0,46		
Septiembre	19-19-19	0,16	0,16	0,16			0,35	0,35	0,35			0,54	0,54	0,54		
	Sulfato de K			0,18		0,06			0,38		0,13			0,53		0,18
Octubre	19-19-19	0,11	0,11	0,11			0,22	0,22	0,22			0,37	0,37	0,37		
	Sulfato de K			0,23		0,08			0,45		0,15			0,78		0,27
	Nitrato de Ca	0,06			0,10		0,13			0,22		0,23			0,39	
Noviembre	19-19-19	0,11	0,11	0,11			0,22	0,22	0,22			0,29	0,29	0,29		
	Sulfato de K			0,23		0,08			0,45		0,15			0,80		0,27
	Nitrato de Ca	0,06			0,10		0,13			0,22		0,24			0,42	
Diciembre	19-19-19	0,10	0,10	0,10			0,17	0,17	0,17			0,32	0,32	0,32		
	Sulfato de K			0,15		0,05			0,15		0,05			0,15		0,05
	Nitrato de Ca	0,05			0,08		0,12			0,21		0,27			0,47	
kg. / Tratamiento		0,92	0,75	1,53	0,29	0,26	1,87	1,49	2,92	0,65	0,48	3,18	2,44	4,70	1,28	0,77
Nº plantas / Tratamiento		1.443					1.468					1.456				
Nº plantas / Hectarea		55.000					55.000					55.000				
Kg. / Hectarea		35	29	58	11	10	70	56	109	24	18	120	92	178	48	29
Relacion nutrientes		1	0,8	1,67	0,3	0,3	1	0,8	1,56	0,3	0,3	1	0,8	1,48	0,4	0,2

Manejo Sanitario

Se aplicaron en 2 oportunidades en fecha 20 de mayo y 8 de julio (a los 7 y 25 días post plantación, respectivamente) por el sistema de riego y en forma preventiva los siguientes productos fitosanitarios: insecticida Hero (bifentrin + zetacipermetrina) 100 cc /ha como preventivo de gusanos cortadores y fungicida Soxis (azoxistrobina 25%) 1 L/ha como preventivo de enfermedades radiculares.

En fecha 27 de setiembre por la presencia y defoliación por hormigas se aplicó Clap (Fipronil) 50 cc/ha. y se acompañó con Hero 50 cc /ha y Soxis 0,5 L/ha como preventivos.

En fecha 10 de agosto para control de arañuela roja se aplicó abamectina con una dosis de 100 cc /100 L de agua con mochila en pulverización foliar.

El comportamiento sanitario del cultivo fue muy bueno, no manifestándose la presencia de enfermedades radiculares, foliares, ni de frutos durante el ciclo de producción evaluado.

El deshierbe y limpieza fue manual sobre perforación de plástico alrededor de la planta, y en la trocha se utilizó glifosato para controlar malezas.

Cosecha

La primera cosecha fue el 30 de agosto, a los 106 días de la plantación y la última el 17 de enero. Se realizaron 61 jornadas de cosecha, en forma manual. En cada jornada de cosecha se recolectó la fruta en recipientes plásticos de 2 kg de contenido y en la cabecera del lote se realizó el pesaje con balanza electrónica, por tratamiento y repetición. Luego se embolsó y envió al mercado.

El 98 % de la fruta cosechada fue comercializada, el 2% restante (aproximadamente 60 kg cosechados en el mes de noviembre) fueron descartados por ablandamiento a causa de las precipitaciones.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó para la implementación de la parcela experimental un diseño de bloques al azar con cuatro bloques /repeticiones para cada tratamiento. (Figura I).

Para la validación estadística de los resultados se realizó la comparación de varianzas entre y dentro de tratamientos, y el estadístico "F". El software utilizado fue "Infostat".

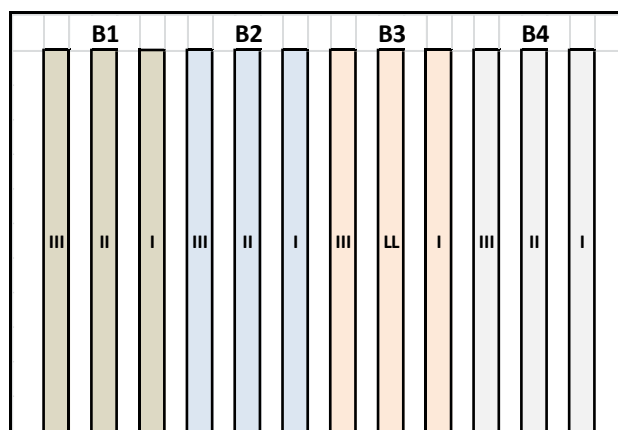


Figura I. Plano del ensayo mostrando el diseño experimental aplicado al ensayo de frutilla. B son bloques; I - III son las repeticiones

RESULTADOS

La curva de producción de fruta fue similar para los 3 tratamientos, y representa el comportamiento productivo de la Variedad Camino Real para las condiciones climáticas del año 2021 y el manejo realizado. Del total producido en promedio de los 3 tratamientos en el periodo, el 12% fue en setiembre, el 31% en octubre, el 27% en noviembre, el 23 % en diciembre y el 6% en enero. (Figura II)

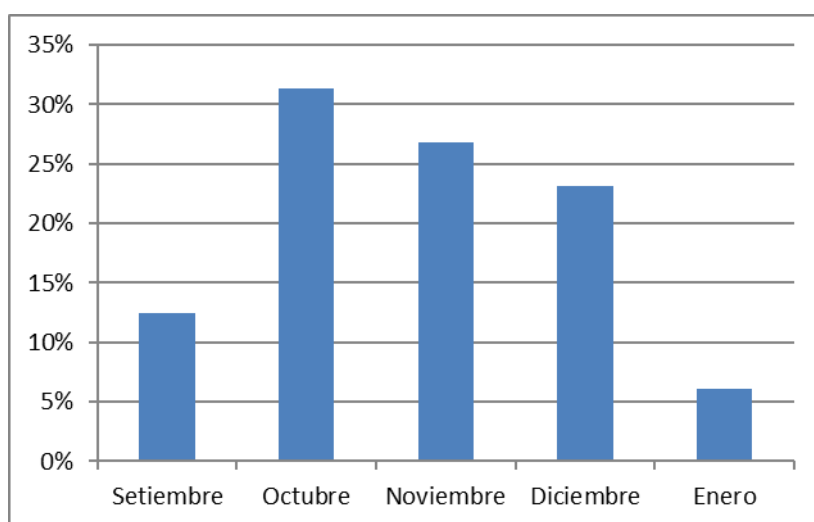


Figura II. Producción mensual, porcentual de frutilla, Var. Camino Real.

En el Cuadro IV se presentan los rendimientos obtenidos por tratamiento de fertilización diferencial en el periodo de cosecha agosto- enero. Ver grafica en figura III.

Cuadro IV. Rendimientos mensuales de tres tratamientos de fertilización en frutilla.

Mes	Nº Dias Cosecha	Tratamiento I Nivel Bajo Fertilización			Tratamiento II Nivel Medio Fertilización			Tratamiento III Nivel Alto Fertilización		
		Rto.Real Kg	Nº Plantas	Rto. Kg/ha	Rto.Real Kg	Nº Plantas	Rto. Kg/ha	Rto.Real Kg	Nº Plantas	Rto. Kg/ha
Agosto	1	1,91	1.443	73	1,64	1.468	61	1,58	1.456	60
Setiembre	13	130		4.971	133		4.977	132		4.969
Octubre	13	304		11.568	357		13.372	337		12.742
Noviembre	13	263		10.035	300		11.223	288		10.890
Diciembre	14	250		9.536	234		8.751	251		9.490
Enero	7	56		2.135	78		2.917	59		2.215
	61	1.005		38.318	1.102		41.301	1.069		40.366

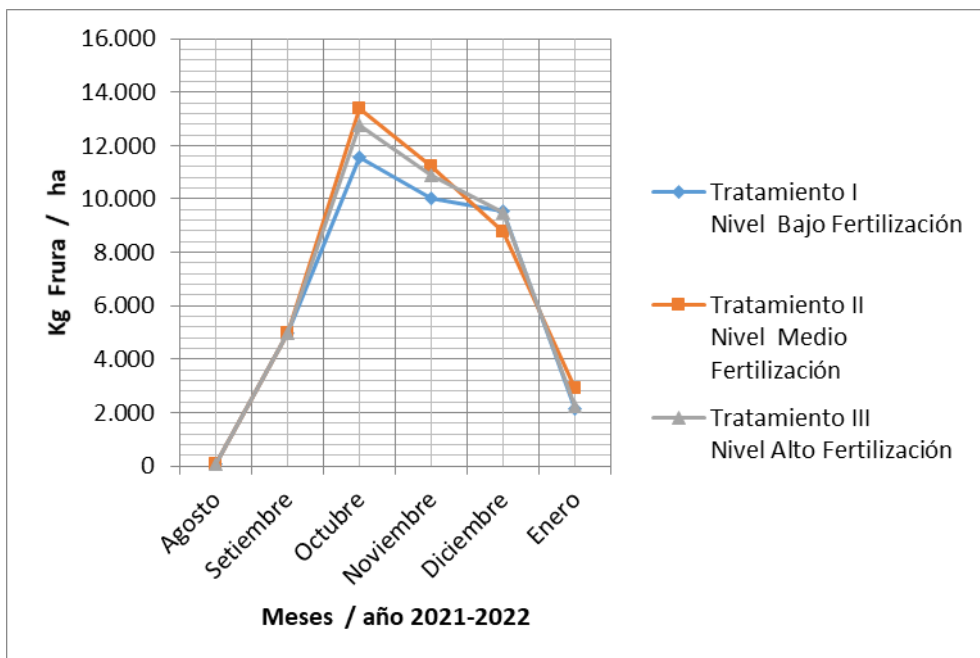


Figura III. Producción de Fruta – Kg.

De los resultados obtenidos, se observa que hay diferencias numéricas entre los tratamientos aplicados. Podemos decir a priori, que el Tratamiento II (aporte intermedio de fertilizantes con 70 unidades de nitrógeno y 110 unidades de potasio) fue el de mayor rendimiento y por lo tanto esta sería la cantidad de nutrientes que se recomienda incorporar para estas condiciones de producción.

Siguiendo con este razonamiento, el Tratamiento I (menor dosis de fertilizantes: 35 unidades de nitrógeno y 70 unidades de potasio) obtuvo el menor rendimiento por aporte deficiente de nutrientes. El Tratamiento III, (mayor cantidad de nutrientes) obtuvo un rendimiento menor al Tratamiento II, por un aporte excesivo de nutrientes.

Sin embargo, para poder afirmar que lo dicho precedentemente está fundamentado científicamente, los resultados deben validarse estadísticamente, para lo cual debe determinarse si las diferencias de rendimientos entre tratamientos se debieron a los efectos de los fertilizantes y no al azar.

De acuerdo al análisis de la varianza y el test de significancia “F” (Cuadro V), se establece que no hay diferencias significativas entre las medias de rendimiento obtenidas entre los tratamientos y por consiguiente las diferencias de rendimiento entre Tratamientos no se debieron a la aplicación diferencial de fertilizantes.

Cuadro V. Análisis de Varianza

Análisis de La Varianza ¹				
Variable	N	R²	R²/Aj	CV
Rendimiento	12	0,45	0,00	12,27

Cuadro de Analisis de La Varianza (SC tipo III)					
FV	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.194,92	5	1.038,98	0,98	0,4962
Bloque	3.956,92	3	1.318,97	1,25	0,3718
Nivel Fertiliz	1.238,00	2	619,00	0,59	0,5851
Error	6.329,33	6	1.054,89		
Total	11.524,25	11			

Test : LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS = 64,8973
 Error : 1054,8889 gl:6

Bloque	Medias	n	E.E	
4	234,67	3	18,75	A
1	268,33	3	18,75	A
2	273,00	3	18,75	A
3	283,00	3	18,75	A

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Test : LSD Fisher Alfa = 0,05 DMS = 56,19615
 Error : 1054,8889 gl:6

Nivel Fert.	Medias	n	E.E	
Bajo	251,25	4	16,24	A
Alto	267,25	4	16,24	A
Medio	275,75	4	16,24	A

Medias con una letra comun no son significativamente diferentes (p > 0.05)

1 Se utiliza el programa "Infostat" para el cálculo de las varianzas y el estadístico F.

Según una vasta bibliografía de investigación científica que establece que un cultivo de frutillas requiere en promedio 2 kg de N, 1 kg de P₂O₅ y 3.5 kg de K₂O por tonelada de fruta producida y en base al balance de nutrientes para cada tratamiento se pone en evidencia el importante aporte que realiza el suelo de N y K₂O en los Tratamientos I y II (Cuadro VI).

Cuadro VI. Balance de nutrientes

Trat.	Rto (Tn)	Balance de Nitrógeno (N)			Balance de Fósforo (PO ₂)			Balance de Potasio (K ₂ O)		
		Req.	AF	AS	Req.	AF	AS	Req.	AF	AS
		I	38	76	35	41	38	29	9	133
II	41	82	70	12	41	56	-	144	109	35
III	40	80	120	-	40	92	-	140	178	-

Referencias: req: requerimiento / AF: aporte del fertilizante / AS: aporte del suelo





CONCLUSIONES

- Los rendimientos de fruta obtenidos a partir de los 3 tratamientos de fertilización diferencial de nitrógeno y potasio fueron similares. Tratamiento I: 38.318 Kg/ha, Tratamiento II: 41.301 Kg /ha y Tratamientos III: 40.316 kg. /ha. Si bien hay diferencias numéricas entre los tratamientos II y III del 8 % y 5%, respectivamente y el tratamiento I, las mismas no son estadísticamente significativas, no pudiéndose relacionarlas con la aplicación de fertilizantes y se deberían al azar.
- Las condiciones fisicoquímicas del suelo contribuyeron a que los nutrientes presentes estén disponibles en la solución del suelo y sean absorbidos por las plantas. Sería deseable incrementar los contenidos de materia orgánica del suelo por encima del 2,5 % y así mejorar su capacidad "buffer".
- En un programa de fertilización se deben considerar la oferta posible de nutrientes del suelo en base a la fisicoquímica que proporciona un análisis de suelo a fin de no sobrestimar ni subestimar el aporte de fertilizantes. Es deseable programar la fertilización de mediano plazo en base a la extracción del cultivo.

- Bajo las condiciones ambientales (suelo y clima) y de manejo de cultivo en que se realizó la presente evaluación podemos decir técnicamente que el aporte de fertilizantes No debiera ser mayor que el utilizado en el tratamiento II. (502 kg / ha de fertilizantes solubles que aportan 70 u de N y 109 de K₂O).
- Es probable que un análisis económico costos / rentabilidad comparando las dosis utilizadas en los tratamientos I y II donde se utilizaron respectivamente 251 y 502 kg de fertilizantes por ha determine que el valor técnico –económico de aplicación está más próximo a los 250 kg de fertilizantes por hectárea.
- Será necesario repetir el ensayo al menos una campaña más a fin de arribar a conclusiones más precisas respecto al nivel de fertilización más adecuado.

Unidades Participantes:

- E.E.A INTA Cerrillos / AER INTA Valle de Lerma –Salta
- Productor Asociado: Eloy Villafuerte Sardinias
- Responsable INTA: Ing. Javier Baldi
- Participantes locales INTA: Javier Baldi / Juan Galli / Irma Fiore / Guadalupe Mercado Cárdenas / Noelia Ávila / José Sulca / Daniel Rodríguez
- Asiste en el cálculo estadístico: Ing. Agr. María Elisa Maggio - Grupo ISA. E.E.A INTA Salta.
- Financiamiento: Proyecto INTA PE I-500 Intensificación sostenible de sistemas hortícolas, productor asociado y Asociación Cooperadora INTA Cerrillos.

 INNOVACIONES TECNOLÓGICAS AGROPECUARIAS INTEA S.A.		Laboratorio de Suelos, Agua y Fertilizantes - LabSAF Grupo Recursos Naturales		 ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA SALTA		Pág.: 1 de 2	
INFORME ANALISIS DE SUELO							
Solicitante: BAZAN / BALDI J.- Asociación cooperadora							
Finca: LOTE FRUTILLAS- EEA SALTA				Fecha de muestreo:			
Ubicación: CERRILLOS				Fecha de ingreso:			
Ensayo: Fertilidad				Compromiso de entrega: 28/12/2021			
Identificación de Campo				LOTE FRUTILLA – MUESTRA 1			
Número de Laboratorio				1-9038			
Profundidad de muestreo		(cm)		0.25			
Próximo cultivo				FRUTILLA			
Arena		(%)		45			
Limo		(%)		38			
Arcilla		(%)		17			
Calificación Textural				Franco			
Capacidad Hídrica de Saturación		(%)		29			
pH en suspensión suelo-agua 1:2.5				6.9			
Conductividad Eléctrica (Salinidad)		(mmhos/cm)		0.72			
Carbonato de Calcio y Magnesio		(%)		0			
Carbono Orgánico		(%)		1.03			
Materia Orgánica		(%)		1.77			
Nitrógeno Total		(%)		0.10			
Relación C/N				10			
Fósforo "Extractable"		(p.p.m.)		19			
Sodio Intercambiable		(meq/100 g)		0.5			
Potasio Intercambiable		(meq/100 g)		0.66			
Calcio Intercambiable		(meq/100 g)		8.0			
Magnesio Intercambiable		(meq/100 g)		1.3			
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		22 DE DICIEMBRE DE 2021		Revisó		Firma Responsable del Laboratorio	
				 Resp. Téc. Jorgelina Huidobro		 Resp. Prof. Dra. Carolina Perez Brandan	



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



ESTACIÓN EXPERIMENTAL
AGROPECUARIA SALTA

INFORME ANALISIS DE AGUA

Solicitante: ASOC. COOPERADORA INTA- BALDI	
Finca: EEA SALTA	Fecha de Muestreo: 10/01/2022
Ubicación: CERRILLOS	Fecha de Ingreso: 19/01/2022
Ensayo: Aptitud de Riego	Compromiso de Entrega: 04/03/2022

Identificación de Campo		HIDROPONIA
Número de Laboratorio		A-5172
pH		7.2
Conductividad Eléctrica	µmhos/cm	289
Sodio	(meq/l)	0.3
Potasio	(meq/l)	0.05
Calcio	(meq/l)	2.0
Magnesio	(meq/l)	1.0
Suma de Cationes	(meq/l)	3.35
Cloruro	(meq/l)	0.34
Carbonato	(meq/l)	0
Bicarbonato	(meq/l)	2.68
R.A.S.		0.24
Clasificación del agua según Riverside		C₂-S₁
Peligrosidad Salina		Media
Peligrosidad Sódica		Baja

Los análisis se realizaron sobre muestras extraídas por el solicitante

Fecha del informe	Revisó	Firma Responsable Laboratorio
3 de marzo de 2022	 Resp.Tec. Jorgelina Huidobro	 Resp. Prof. Dra. Carolina Perez Brandan

INTA - Ruta 68 Km. 172 C.P. (4403) Cerrillos - Salta Tel/Fax: (0387) 4902214 / 2224. Int. 225 e-mail: eeasalta.lab@inta.gov.ar

