



Instituto Nacional
de Tecnología Agropecuaria

Manejo agroecológico de un cultivo de papa en Traslasierra. Resultados productivos y económicos de una fertilización orgánica

Ing. Agr. César Gramaglia

AER INTA Villa Dolores

gramaglia.cesar@inta.gob.ar

Introducción

La papa es la hortaliza de mayor consumo en estado fresco (sin industrializar) en la Argentina, ya que puede alcanzar los 60 kg per cápita al año, según datos estimados por el Ministerio de Agroindustria de la Nación. En la actualidad, el consumo de papa tanto fresca como procesada se encuentra estancado con 38 y 6 kg por habitante y por año, respectivamente. Se trata de una importante fuente de carbohidratos (almidón), proteínas de alta calidad, vitamina C y minerales (Argenpapa, el portal de la papa en Argentina).

En Argentina se produce papa en todo el territorio, alrededor de unas 70 - 80 .000 ha con una producción anual de unas 2,1 – 2,5 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 30 – 35 tn/ha (Napolitano, G. y otros). La zona productiva más importante se encuentra ubicada en el Sudeste de la Pcia. de Buenos Aires (Partidos de Azul, Balcarce, Tandil, Benito Juárez, General Pueyrredón, Necochea) donde se genera el 50 % de la papa nacional logrando rendimientos promedios de 45 - 50 tn/ha debido a las características agroecológicas zonales (suelos ricos en materia orgánica y clima templado). Le siguen las Pcias. de Córdoba (28 %), Tucumán (9 %), Mendoza (5 %), Santa Fe (4 %) y otras (4 %).

En la Pcia. de Córdoba, se logra una superficie de siembra de 20 – 25.000 ha por año y una producción promedio de 25 - 30 tn/ha. Esta área sembrada se ubica en el Cinturón Hortícola que rodea a la ciudad de Córdoba y en la región de Traslasierra (principalmente en los Dptos de San Javier y San Alberto).

En la zona de influencia a Villa Dolores, se siembran entre 8.000 y 9.000 ha en la cosecha semi-temprana (primavera) y, además, unas 4.000 – 5.000 ha correspondiente a la cosecha tardía (invierno). Se suelen obtener unas 25 tn/ha durante la primera época de cosecha y, aproximadamente unas 35 tn/ha en la cosecha tardía (Garzón, J. y Young, M).

La zona productiva de Traslasierra se caracteriza por presentar una concentración de las precipitaciones durante el período primavera-estival (80 – 85 % sobre el total) y una marcada estación invernal seca (régimen monzónico) con un promedio histórico de 600 mm de lluvia anuales. La ocurrencia de las primeras heladas corresponde a mediados de mayo, mientras que las heladas tardías se producirían hacia fines de septiembre, generando un período libre de heladas de unos 240 días. En relación a las características edáficas, los suelos presentan una textura franco-arenosa, alta infiltración de agua, baja capacidad de retención de humedad, bajo contenido de materia orgánica (menor al 2 %) y baja capacidad de intercambio catiónico. Por ello, se considera necesario la utilización de riego suplementario para cubrir las necesidades hídricas del cultivo de papa y la planificación estratégica de la fertilización siendo una práctica habitual la aplicación de unos 600 kg/ha de fertilizantes artificiales para mejorar la disponibilidad de ciertos nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y azufre (de acuerdo a consultas realizadas a los productores de la zona).

La variedad de papa más utilizada en la zona de Traslasierra es Spunta, de origen holandés. Sus tubérculos son alargados, de carne amarilla clara, piel lisa y gran tamaño. Presenta alto potencial de rendimiento y, por la duración del ciclo productivo, se adapta a regiones con doble cosecha debido al período libre de heladas relativamente largo, como ocurre en Traslasierra. No se trata de una variedad apta para la industria, debido a su menor contenido de materia seca con respecto a otras variedades, tales como Innovator, Asterix y Kennebec (Huarte, M. y Capezio, S.).

Objetivos del trabajo

- 1- Realizar un lote demostrativo a campo para implementar un manejo orgánico del cultivo de papa
- 2- Efectuar una sustitución de insumos químicos (fertilizantes artificiales, insecticidas y fungicidas) por insumos biológicos o naturales (fertilizantes orgánicos sólidos y líquidos, bioinsecticidas y biofungicidas)
- 3- Elaborar en forma artesanal algunos de los bioinsumos necesarios para desarrollar esta experiencia a campo
- 4- Aplicar diferentes dosis de fertilizantes orgánicos sólidos para evaluar su respuesta productiva y económica
- 5- Determinar los márgenes brutos de los diferentes tratamientos
- 6- Efectuar una jornada a campo para difundir las prácticas agronómicas relacionadas con el manejo orgánico de un cultivo de papa

Descripción de la experiencia

En el Establecimiento agrícola-ganadero de la Flia. de Sergio Cardinali, ubicado en Los Cerrillos, a unos 18 km hacia el oeste de la ciudad de Villa Dolores, se ha destinado una superficie de 2.500 m² para desarrollar “la parcela demostrativa” con el objetivo de implementar un manejo agroecológico de un cultivo de papa, sin la utilización de agroquímicos ni fertilizantes artificiales.

Para la determinación de la calidad del suelo, se ha implementado a campo un método agroecológico cualitativo, empírico, sencillo y de bajo costo, con la valiosa colaboración de la familia productora, aportando sus saberes, miradas y experiencias

relacionadas con el trabajo de la tierra. Este método a campo ha determinado que se trata de un suelo friable y granular, no compacto, con buena infiltración del agua, profundo, sin impedimentos físicos en las capas subsuperficiales, de color pardo oscuro, con olor a tierra fresca, sin señales de erosión superficial, con baja actividad biológica (presencia de lombrices y artrópodos) y poca cobertura vegetal. Además, sería necesario complementar estos datos empíricos con los análisis físicos, químicos y biológicos del suelo, para realizar una mejor descripción del ambiente productivo y definir los niveles de fertilización, de acuerdo a los requerimientos nutricionales del cultivo y los rendimientos esperados.

Las lluvias ocurridas durante el ciclo del cultivo totalizaron unos 80 mm, con una elevada concentración para el mes de Noviembre, donde se registraron el 77,5 % sobre el total de agua caída, de acuerdo al siguiente detalle:

Lluvias - Año 2019	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Totales
Cantidad (mm)	0	6	12	62	80
Distribución (%)	0,00	7,50	15,00	77,50	100,00

El cultivo antecesor ha sido maíz recolectado durante el mes de marzo del presente año. Luego, el lote permaneció desocupado durante el período otoñal. A partir del mes de junio, se inicia la preparación de la tierra mediante la utilización de rastra de disco, niveladora, cincel, vibrocultivador y surcador con el objetivo de efectuar una correcta cama de siembra.

La siembra se realizó el 17 de agosto del presente año, utilizando la variedad Spunta y una densidad de siembra de 45 bolsas/ha (50 kg de semillón/bolsa). Durante la siembra, se efectuó la aplicación del fertilizante orgánico sólido, adquirido en el mercado (se adjunta la composición química), a razón de 9 \$/kg, realizando diferentes tratamientos, a saber:

- 1- Sin agregado del fertilizante orgánico sólido
- 2- Con agregado de 500 kg/ha de fertilizante orgánico sólido
- 3- Con agregado de 1000 kg/ha de fertilizante orgánico sólido

Además, en toda la parcela demostrativa se realizaron aplicaciones foliares de fertilizantes orgánicos líquidos y microorganismos activados, elaborados en forma artesanal a través de la organización de un **taller práctico a campo**, destinado a los productores y profesionales de la zona de influencia (ver adjunto los ingredientes y los costos de elaboración). Estos bioinsumos se aplicaron a razón de 5,0 litros cada 100 litros de agua, en 5 oportunidades a lo largo del ciclo del cultivo, cada 15 días, con la finalidad de mejorar la disponibilidad de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de papa.

El control de las malezas se efectuó en forma mecánica mediante las sucesivas pasadas de las diferentes herramientas agrícolas para la preparación de la cama de siembra y, además, a través de las labores culturales en la etapa de posemergencia (carpada y aporque). Durante las primeras 10 semanas del ciclo productivo, se logró reducir la presencia de las malezas a través de las labores agrícolas y la competencia ejercida por la biomasa del cultivo de papa. Hacia el final del período productivo (últimas 5

semanas) y, además, debido a la época del año (fines de octubre y noviembre), se produce un mayor desarrollo de ciertas malezas perennes, tales como el sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) y yuyo sapo (*Wedelia glauca*). Ver en el Anexo las fotos de los diferentes estados fenológicos del cultivo.

Con respecto al control de las plagas y las enfermedades, se realizó la aplicación de caldo sulfocálcico (ver detalle de sus ingredientes y los costos de elaboración) con una dosis de 3,0 litros cada 100 litros de agua para reducir la incidencia de ataques de insectos chupadores (pulgones, moscas blancas), masticadores (bicho moro, escarabajo rubio) y enfermedades fungosas (tizón temprano, tizón tardío, sarna negra, fusariosis, oídios, mildiu). Se efectuaron 3 aplicaciones durante el ciclo de producción, cada 20 días, para realizar un tratamiento preventivo en el cultivo de papa.

Previo a la cosecha del cultivo de papa, se organizó una **jornada a campo**, destinada a los productores, profesionales y público en general, con la finalidad de realizar una recorrida por el lote demostrativo del cultivo de papa, compartir la información técnica vinculada con el manejo agroecológico y efectuar una estimación de rendimiento con la colaboración de los asistentes. Esta capacitación técnica se realizó el miércoles 27 de noviembre de 2019, 48 horas antes del inicio de la recolección de la papa.



Jornada a campo. Visita al lote demostrativo



Jornada a campo. Estimación del rendimiento por un grupo de asistentes

Resultados productivos y económicos

En el Cuadro 1, se detallan los componentes del costo de producción del cultivo de papa, según los diferentes tratamientos realizados con un manejo agroecológico. Tipo de cambio: 62 \$/US\$

Componentes	T 1	T 2	T 3
	Costo (\$/ha)		
Labores agrícolas	39690	39690	39690
Semillas	36000	36000	36000
Riego	5048	5048	5048
Fertilizante sólido	0	4500	9000
Fertilizante líquido	15	15	15
Microorganismos líquidos	67	67	67
Caldo sulfocálcico	262	262	262
Mano de obra cosecha	28908	32290	29890
Bolsas cosecha	24090	26909	24908
Costos totales	134080	144780	144880
Costos totales US\$/ha	2163	2335	2337

Cuadro 1: Costo de producción del cultivo de papa

Referencias:

T 1 = Sin agregado de fertilizante orgánico sólido

T 2 = Con agregado de 500 kg/ha de fertilizante orgánico sólido

T 3 = Con agregado de 1000 kg/ha de fertilizante orgánico sólido

A partir de los rendimientos logrados (32.120 kg/ha, 35.878 kg/ha y 33.211 kg/ha, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente), se determinan los diferentes indicadores económicos que se presentan en el Cuadro 2. En la parcela demostrativa, no se apreciaban visualmente diferencias entre los distintos tratamientos (tamaño de las plantas, estado sanitario, coloración del follaje).

Resultados económicos				
Tratamientos	Unidad	T 1	T 2	T 3
Costos totales	\$/ha	134080	144780	144880
Rendimientos	kg/ha	32120	35878	33211
Precio neto	\$/kg	9,00	9,00	9,00
Precio neto	\$/bolsa	180,00	180,00	180,00
Ingresos totales	\$/ha	289080	322902	298899
Margen bruto	\$/ha	155000	178122	154019
Margen bruto	U\$S/ha	2500	2873	2484
Relación costos/ingresos	%	46,38	44,84	48,47
Rendimientos de indiferencia	tn/ha	14,90	16,09	16,10
Costo unitario	\$/kg	4,17	4,04	4,36
Costo unitario	\$/bolsa	83,49	80,71	87,25

Cuadro 2: Resultados económicos del cultivo de papa

Por otra parte, es interesante realizar un análisis exhaustivo sobre la respuesta productiva y económica de los diferentes niveles de aplicación del fertilizante orgánico sólido, lo cual se desarrolla en el Cuadro 3.

Tratamientos	Unidad	T 1	T 2	T 3
Fertilizante orgánico	kg/ha	0	500	1000
Costo del fertilizante	\$/ha	0	4500	9000
Rendimientos	kg/ha	32120	35878	33211
Diferencia s/T 1	kg/ha	0	3758	1091
Diferencia s/T 1	%	0	11,70	3,40
Ingresos extras	\$/ha	0	33822	9819
Ingresos netos	\$/ha	0	29322	819
Ingresos netos	U\$S/ha	0	473	13
Rel. Producto/Insumo	kg/kg	0	7,52	1,09

Cuadro 3: Respuesta productiva y económica a la fertilización

Estos resultados se pueden apreciar en el Gráfico 1.

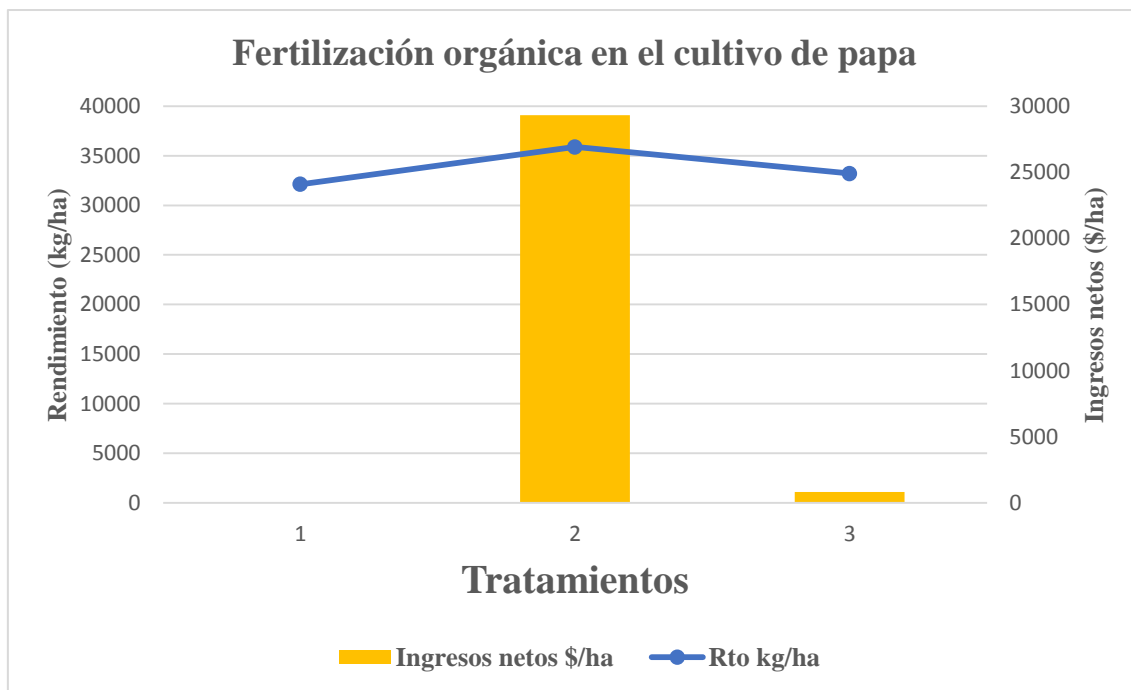


Gráfico 1: Rendimientos e ingresos netos logrados en los diferentes tratamientos

Consideraciones finales

Mediante la implementación del lote demostrativo a campo de un productor en la zona núcleo papera en Traslasierra, se pudo verificar en la práctica que es posible lograr producciones relativamente altas (**rendimientos de 32.120 kg/ha, 35.878 kg/ha y 33.211 kg/ha para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente**) efectuando un manejo orgánico del cultivo, es decir, a través de la sustitución de los insumos de síntesis (fertilizantes artificiales, herbicidas, insecticidas y fungicidas) por insumos naturales y biológicos (fertilizantes orgánicos sólidos y líquidos, bioinsecticidas y biofungicidas).

En cuanto a la fertilización orgánica sólida, de acuerdo a las características del ambiente productivo en cuestión, se ha obtenido una respuesta productiva y económica significativamente alta mediante la aplicación de **500 kg/ha**, con respecto al tratamiento sin el agregado del abono natural. El incremento del rendimiento ha sido del **11,70 %** y el ingreso neto alcanzado corresponde a la suma de **29.322 \$/ha**. Mientras que con una aplicación de 1.000 kg/ha, se obtuvo una menor respuesta productiva (3,40 %) y apenas ha permitido cubrir los costos del insumo orgánico utilizado.

Por otra parte, el reemplazo de insumos químicos dolarizados por insumos orgánicos pesificados y elaborados en forma artesanal por la familia productora ha permitido reducir los costos de producción por unidad de superficie y por bolsa de papa lograda y, además, disminuir los riesgos financieros con menor impacto sobre la salud del ambiente y de las personas (Ver en los anexos: Costos de producción de un manejo convencional).

Además, el manejo orgánico del cultivo de papa ha permitido lograr resultados económicos positivos y relativamente altos (**márgenes brutos de 155.000 \$/ha**,

178.122 \$/ha y 154.019 \$/ha, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente) comercializando la papa agroecológica al mismo precio que la papa convencional, lo cual demuestra que, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta experiencia, es posible alcanzar una rentabilidad favorable implementando un planteo técnico sin la utilización de agroquímicos ni fertilizantes artificiales.

Esta experiencia inédita desarrollada en forma conjunta entre una familia productora de papa y el INTA Villa Dolores, relacionada con la implementación de un manejo agroecológico del cultivo de papa, sirve como antecedente técnico para plantearnos nuevos desafíos en el corto y mediano plazo, para continuar con los trabajos de experimentación adaptativa, para ayudar a los productores, que así lo desearan, a realizar una transición agroecológica ordenada, efectuando una sustitución paulatina de insumos químicos por biológicos, con el objetivo de diseñar sistemas productivos más sustentables desde el punto de vista productivo, económico, social y ambiental.

Anexos

Ingredientes y costos de la elaboración de los bioinsumos

Biofertilizante líquido sencillo				
Ingredientes	Unidad	\$/u	Cantidad	\$ total
Estiércol vacuno	kg	0,00	40	0,00
Suero de quesería	litros	0,00	4	0,00
Azúcar	kg	35,00	2	70,00
Ceniza de fogón	kg	0,00	3	0,00
Levadura para pan	kg	100,00	0,15	15,00
			\$ total	85,00

Fertilizante líquido	Litros	140
Costo unitario	\$/litro	0,61
	U\$S/litro	0,01

Microorganismos locales				
Ingredientes	Unidad	Cantidad	\$/u	\$ total
Azúcar	kg	5,00	35,00	175,00
Mantillo	kg	10,00	0,00	0,00
Afrecho de cereal	kg	20,00	9,67	193,40
		35,00	10,53	368,40

Microorganismos Sólidos	kg	35,00
Costo unitario	\$/kg	10,53
	U\$S/kg	0,17

Microorganismos líquidos activados

Ingredientes	Unidad	\$/u	Cantidad	\$ total
Microorganismos S	kg	10,53	10	105,26
Suero de quesería	litros	0,00	10	0,00
Azúcar	kg	35,00	10	350,00
Ceniza de fogón	kg	0,00	3	0,00
			\$ Total	455,26

Microorganismos L	Litros	170
Costo unitario	\$/litro	2,68
	U\$\$/litro	0,04

Caldo sulfocálcico

Ingredientes	Unidad	\$/u	Cantidad	\$ total
Azufre en polvo	kg	128,00	10	1280
Cal viva o apagada	kg	11,00	2,5	27,5
Ceniza de fogón	kg	0,00	2,5	0
			\$ total	1307,5

Caldo sulfocálcico	Litros	45,00
Costo unitario	\$/litro	29,06
	U\$\$/litro	0,47

Composición química del fertilizante orgánico sólido

Componentes	Cantidad
Nitrógeno total	29,30 g/kg
Fósforo	2,1 g/kg
Potasio	12,8 g/kg
Materia orgánica	61,40%
Sustancias húmicas	21,60%
Relación C/N	13,5
Humedad	20,10%
Conductividad eléctrica	2,1 dS/m
Microorganismos mesófilos aeróbicos	1,5 x 10 a la 5
pH	7,84

Costo de producción. Manejo convencional del cultivo de papa. Rinde: 35 tn/ha (*)

Conceptos	\$/ha	U\$\$/ha	%	\$/bolsa	\$/kg
Labores agrícolas	35640	574,84	21,44	20,37	1,02
Semillas	36000	580,65	21,66	20,57	1,03
Riegos suplementarios	5048	81,42	3,04	2,88	0,14
Fertilizantes	22047	355,60	13,26	12,60	0,63
Tratamientos sanitarios	9727	156,88	5,85	5,56	0,28
Mano de obra cosecha	31500	508,06	18,95	18,00	0,90
Bolsas cosecha	26250	423,39	15,79	15,00	0,75
Costos totales	166212	2680,84	100,00	94,98	4,75

(*) Datos obtenidos a partir de consultas realizadas a los productores de la zona

Costos de insumos	Unidad	Manejo del cultivo de papa	
		Convencional	Agroecológico
Fertilizantes	\$/ha	22047	9082
Tratamientos sanitarios	\$/ha	9727	262
Costos totales	\$/ha	31774	9344
Dif. Conv/Agroeco	\$/ha	22430	
Rel. Conv/Agroeco		3,40 : 1	

Fotos de la parcela demostrativa a lo largo del ciclo del cultivo de papa



Agosto de 2019



Septiembre de 2019



Octubre de 2019



Fines de Noviembre de 2019 (momento de la cosecha)

Bibliografías consultadas

Altieri, M. 1999. AGROECOLOGIA. Bases científicas para una agricultura sustentable. Uruguay. 325 pág.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2010. Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas. Colombia. 83 pág.

Altieri, M. y Nicholls, C. 2002. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. Costa Rica. 8 pág.

Garzón, J. y Young, M. 2016. La producción de papa en Córdoba. Aspectos básicos y potencial del cultivo. Argentina. 52 pág.

Huarte, M. y Capezio, S. 2015. Manual sobre Cultivo de Papa. Argentina. 24 pág.

Napolitano, G. y otros. 2011. Estudio de calidad y competitividad del agronegocio de la papa. Argentina. 83 pág.

Pérez, M. 2010. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos. Colombia. 91 pág.

Restrepo Rivera, J. 2007. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Nicaragua. 260 pág.

Rodriguez, J y Rodriguez E. 2013. Producción integrada de papa versus producción convencional. Costos de producción y flujo de fondos en el Sudeste de la provincia de Buenos Aires. Argentina. 22 pág.

Rodriguez, J y Rodriguez E. 2014. Producción integrada de papa. Un análisis de sensibilidad agroeconómica para el sudeste bonaerense. Argentina. 17 pág..

Wilson, M. 2017. Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina. Ediciones INTA. Argentina. 151 pág.

Agradecimientos

A los integrantes de la Flia. de Sergio Cardinali

A los productores paperos y profesionales de la zona de influencia a Villa Dolores

A los proveedores de insumos agropecuarios

A los estudiantes de 7° Año del Instituto Agrotécnico “Stella Maris” de San Pedro

A los miembros de la Red de Agroecología del INTA

A los integrantes del Círculo Argentino de Agroecología

A los técnicos de la AER INTA Villa Dolores