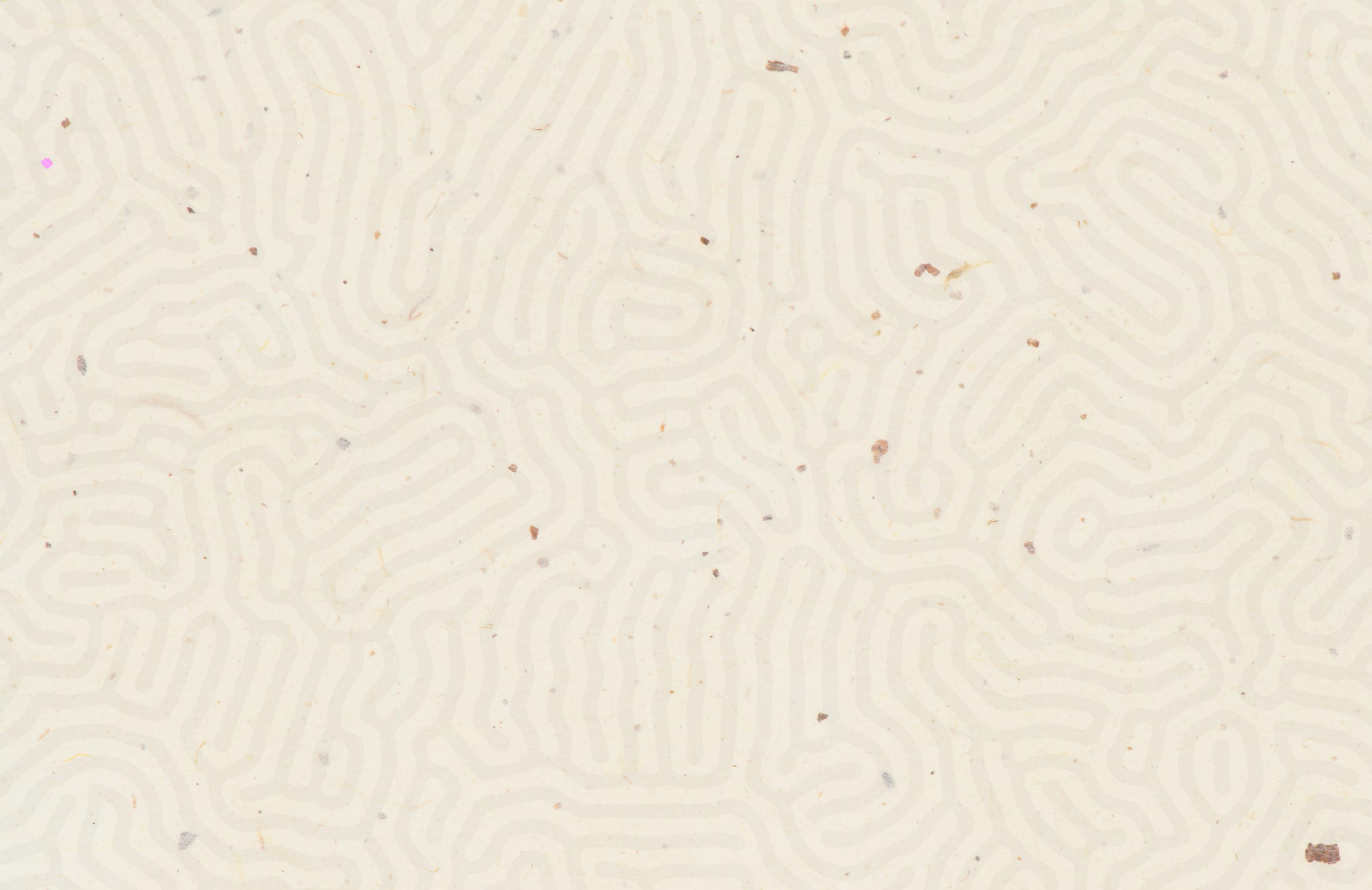




El cultivo de la papa

Factores que influyen en la productividad

Implementación y Transferencia de Tecnología en el Sector Productivo Papa - ITPA



FEDERACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA - FEDEPAPA
FONDO NACIONAL DEL FOMENTO DE LA PAPA - FNFP

Listado de autores

Directo técnico FEDEPAPA/FNFP – Camilo Niño
Directo económico FEDEPAPA/FNFP – Steven Riascos
Coordinador zonal Boyacá FEDEPAPA/FNFP – Zulma García
Coordinador zonal Nariño FEDEPAPA/FNFP – Mauricio Sarchi
Coordinador zonal Cundinamarca FEDEPAPA/FNFP – Camilo Rodríguez
Profesional Estudios económicos – Nicol Arias
Profesional Técnico – William León

Corrector de estilo

Coordinador Gremial – Ana María García

Diseño y diagramación

Diseñadora FNFP - Karen Mahecha

Agradecimientos

Los autores de este trabajo expresamos nuestro agradecimiento a los asistentes técnicos, extensionistas y productores que participaron en cada uno de los proyectos relacionados con transferencia de tecnología desde FEDEPAPA y el Fondo Nacional de Fomento de la Papa (FNFP).

¿Qué vas a encontrar en este documento?

En la actualidad, la agricultura exige que los actores involucrados reconozcan las múltiples herramientas para actuar y tomar decisiones acertadas en términos de sostenibilidad y competitividad en los diferentes sectores. Esta cartilla explica diferentes ámbitos que se relacionan con la producción de papa en Colombia, analizándolos desde diversos puntos de vista planteados en los procesos de extensión e investigación generados por el FEDEPAPA-FNFP.

La condensación de la información presente en este documento, les permitirá tanto a los extensionistas agropecuarios como a los productores conocer de forma práctica la estructura de las relaciones técnicas y aplicadas que pueden encontrar en la producción de papa. Asimismo, el presente documento es un complemento de la información generada en las gestiones realizadas anteriormente por las entidades involucradas.

Notas

La información desarrollada en este material bibliográfico es de carácter científico y cultural por tanto las actividades que realicen los usuarios con dicha información no son responsabilidad de FEDEPAPA-FNFP

El cultivo de la papa

Factores que influyen en la productividad

Implementación y Transferencia de Tecnología en el Sector
Productivo Papa - ITPA

Introducción

Los pequeños agricultores de países en desarrollo enfrentan muchos desafíos, a medida que luchan por producir suficientes alimentos nutritivos para su consumo y lograr la venta de los mismos, el crecimiento de la población y la urbanización están reduciendo la propiedad de las tierras por lo que los agricultores necesitan producir más alimentos en menos terreno. En muchos países en desarrollo, millones de productores dependen de un escaso número de cultivos para sobrevivir. Los monocultivos, las prácticas agrícolas deficientes, las sequías frecuentes, las inundaciones y la salinidad cada vez más relacionadas con el cambio climático han degradado la calidad de los suelos (CIP, 2019). La dependencia de los granos comercializados internacionalmente deja a las poblaciones pobres, especialmente en Asia, en un mayor riesgo de desnutrición debido a los aumentos de precios (CIP, 2019).

Por su parte, el cultivo de la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo en términos de consumo humano después del arroz y del trigo (FAO). La papa se ha convertido en una fuente de ingresos en diversos países, debido a que se ha logrado conformar una cadena productiva sólida y estructurada (Limitada et al., 2018) que, junto con el uso de tecnología, permite la

generación de ingresos que incentivan el desarrollo del sector (Buitrago & Peñuela, 2018). Con base a esto, se crea la necesidad de impulsar su producción a partir de un proceso de educación y capacitación de carácter permanente, el cual involucre a los diferentes eslabones de la cadena, ya que tanto agricultores como otros actores del desarrollo rural necesitan mayor acceso a la información, conocimiento y asesoría junto con la posibilidad de relacionarse con otros actores en los mercados agroalimentarios y cadenas de valor. Ésta es una condición previa para que se alivie la pobreza rural, mejoren los medios de vida y que los recursos naturales sean manejados de una manera más sostenible.

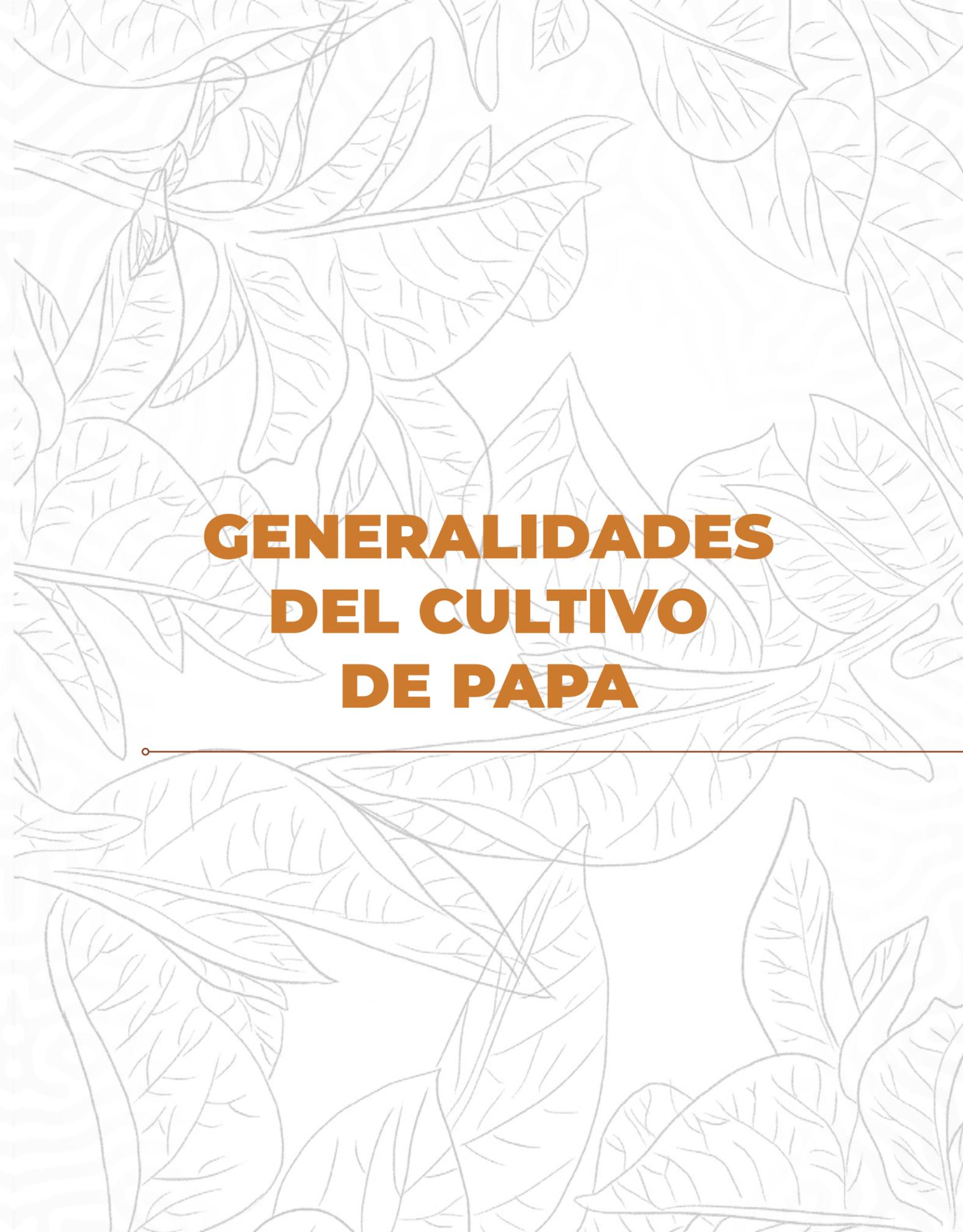


Contenido

Introducción.....	7
GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PAPA	11
Importancia De La Papa	12
Producción De Papa En El Mundo	13
Contexto Nacional.....	18
La Papa En Colombia.....	19
Abastecimiento Y Precios De La Papa	21
Origen Y Distribución	24
MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PAPA.....	27
Condiciones Agroecológicas	28
Morfología de la Planta de Papa	28
Establecimiento del Cultivo.....	31
Semilla	32
Manejo de Suelos y Maquinaria Agrícola	33
Nutrición Vegetal.....	43
Manejo Integrado De Plagas, Enfermedades Y Malezas.....	47
Manejo Integrado De Plagas Y Enfermedades (MIPE) Y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	62
Piloto De Riego Por Goteo.....	69
Costos De Producción Del Cultivo De La Papa.....	75
BIBLIOGRAFÍA.....	79



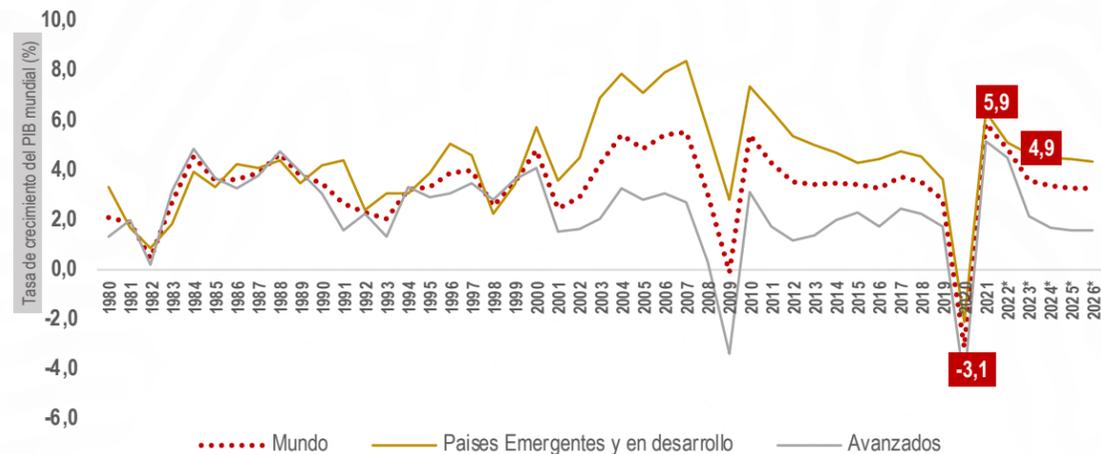
GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PAPA



Importancia De La Papa

De acuerdo con el informe Perspectivas de la economía mundial – 2021 del Fondo Monetario internacional (FMI), en medio de la incertidumbre de la pandemia del COVID – 19, se estima que el crecimiento económico del mundo incrementa en un 5,9% para 2021, panorama recuperador pese al descenso registrado en 2020, el cual se ubicó en -3.1%.

GRÁFICA 1. EVOLUCIÓN CRECIMIENTO ECONÓMICO (%) 1980-2021 *



Fuente: (International Monetary Fund, 2021), Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP.

En concordancia con el FMI, se detalla la existencia de una ralentización en el crecimiento de las economías avanzadas, propulsado por la crisis en la cadena de suministro durante 2021. En contraposición, se destaca la recuperación económica de los países emergentes, registrando incrementos en su PIB de 6.4%, es decir 6 puntos porcentuales superior al promedio mundial, lo anterior, se justifica en el aumento de las exportaciones de materias primas en estos países.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2020) estima que, el sector agrícola, ganadero y silvícola tendrá un impacto bajo-medio en la producción económica como resultado de esta pandemia. Sin embargo, a largo plazo podría verse altamente afectado especialmente en países de América Latina y el Caribe, donde el tipo de producción agrícola es fuertemente dependiente del clima, con momentos de siembra y de cosecha diferentes. Frente a esta realidad, entre otros, para ser más resiliente el reto supone pasar de una agricultura tradicional a una agricultura moderna y sostenible. Ahora bien, según el informe de Perspectivas agrícolas 2020-2029 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), las consecuencias inmediatas de la pande-

mia sobre los mercados agrícolas mundiales aún se están analizando. Durante los próximos años, la importancia relativa del uso de alimentos no cambiará de manera significativa, dado que no se prevén grandes cambios estructurales en la demanda de productos básicos agrícolas. El aumento de la población mundial continúa siendo el principal factor de crecimiento, aunque los perfiles de consumo y las tendencias previstas varían en función del nivel de desarrollo de cada país.

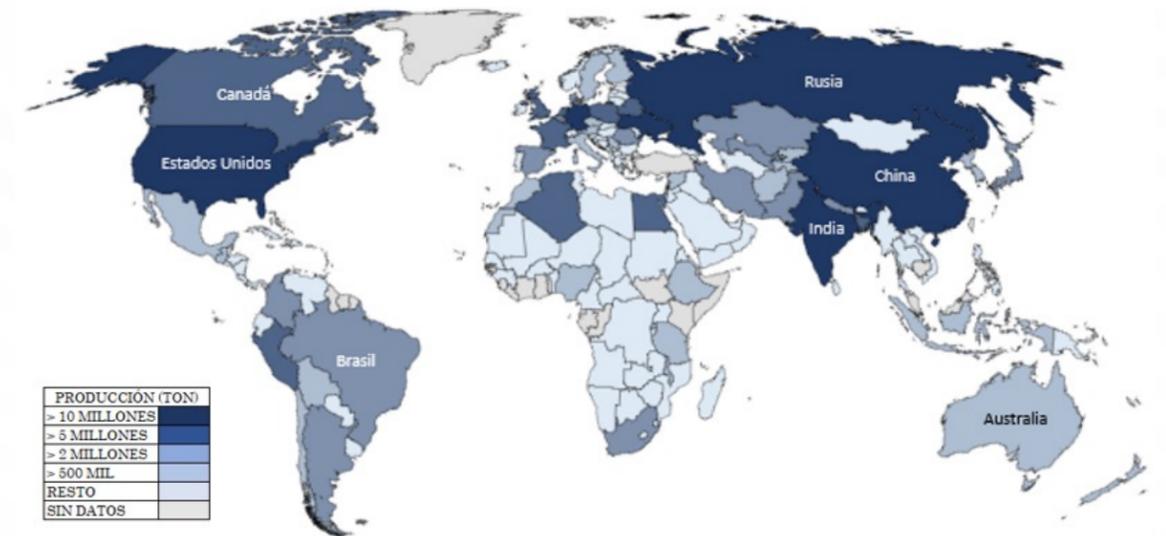
Alrededor del 85 % del crecimiento de la producción mundial de cultivos en los próximos diez años se atribuye a las mejoras en el rendimiento resultantes de una empleabilidad intensiva de insumos, las inversiones en tecnología de producción y las mejores prácticas de cultivo. Así, una mayor intensificación del uso de la tierra mediante cosechas múltiples al año representará otro 10 %, mientras que se prevé que la ampliación de la superficie de cultivo solo representará el 5% y desempeñará un papel mucho menor que en el último decenio, lo que mejorará la sostenibilidad de la agricultura.

Producción De Papa En El Mundo

En lo que respecta a la papa a nivel mundial, este tubérculo es el quinto producto agrícola más cosechado, solo por detrás de la caña de azúcar, el maíz el arroz y el trigo (FAOSTAT, 2020a). En 2019 la producción mundial de papa alcanzó los 359 millones de toneladas (FAOSTAT, 2020b), lo que representó una disminución con respecto a 2019 de 3%. Así mismo, el área cosechada en todo el planeta estuvo en el orden de los 16 millones de hectáreas, configurándola, como uno de los productos agrícolas fundamentales en la seguridad alimentaria del mundo.

China es el mayor productor de papa a nivel global, con más de 78 millones de toneladas cosechadas en 2020. El gigante asiático obtiene una cuota de mercado del 22%, que resulta aún más representativo si se tiene en cuenta que la mayor parte de su territorio es apto para el cultivo del tubérculo. Por su parte, India se ubica en el segundo lugar con una producción total de 51 millones de toneladas viendo un aumento en su cosecha total de alrededor de 1 millón de toneladas en el año 2020.

GRÁFICO 2. INTENSIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE PAPA A NIVEL MUNDIAL EN 2021



Fuente: FAO, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

En el top 10 de principales países productores de papa a nivel internacional, sobresale que este grupo alcanza una cuota de mercado del 65% acumulando una producción total de 233 millones de toneladas.

TABLA 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE PAPA 2019-2020

PAÍS	RANKING	PARTICIPACIÓN 2020	PRODUCCIÓN (TON)		
			2020	2019	VAR (%)
China	1	22%	78.236.596	91.881.397	-15%
India	2	14%	51.300.000	50.190.000	2%
Ucrania	3	6%	20.837.990	22.074.874	-6%
Rusia	4	5%	19.607.361	20.269.190	-3%
Estados Unidos	5	5%	18.789.970	19.181.970	-2%
Alemania	6	3%	11.715.100	10.602.200	10%
Bangladesh	7	3%	9.606.000	9.655.082	-1%
Francia	8	2%	8.691.900	8.560.410	2%
Países Bajos	9	2%	7.848.600	6.961.230	13%
Polonia	10	2%	7.020.060	6.481.620	8%
Colombia	25	1%	2.625.272	3.123.804	-16%
TOTAL, GRUPO DE LOS 10		65%	233.653.577	245.857.973	-5%
TOTAL, GRUPO DE LOS 10 + COLOMBIA		66%	236.278.849	248.981.777	-5%
TOTAL			359.124.125	370.436.581	-3%

Fuente: FAO, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP.

Colombia ocupa la posición 25 a nivel internacional en producción. Por otro lado, su productividad destaca que se encuentra por encima del promedio global en toneladas producidas por hectárea, al registrar un rendimiento de 20,93 toneladas para 2020, produciendo 0.84 toneladas por hectárea menos que el promedio mundial. Por el lado de los rendimientos, Estados Unidos lidera teniendo en promedio un nivel de 50.8 toneladas por hectárea, superando por más del doble los promedios registrados en Colombia, los cuales rondan las 20.8 toneladas por hectárea. Este panorama sucede debido a la vocación agrícola de los suelos, los terrenos planos, climas adecuados para los cultivos y tecnología implementada en estos países.

TABLA 2. RENDIMIENTOS DE PAPA (TONELADAS/HECTÁREA) 2018-2020

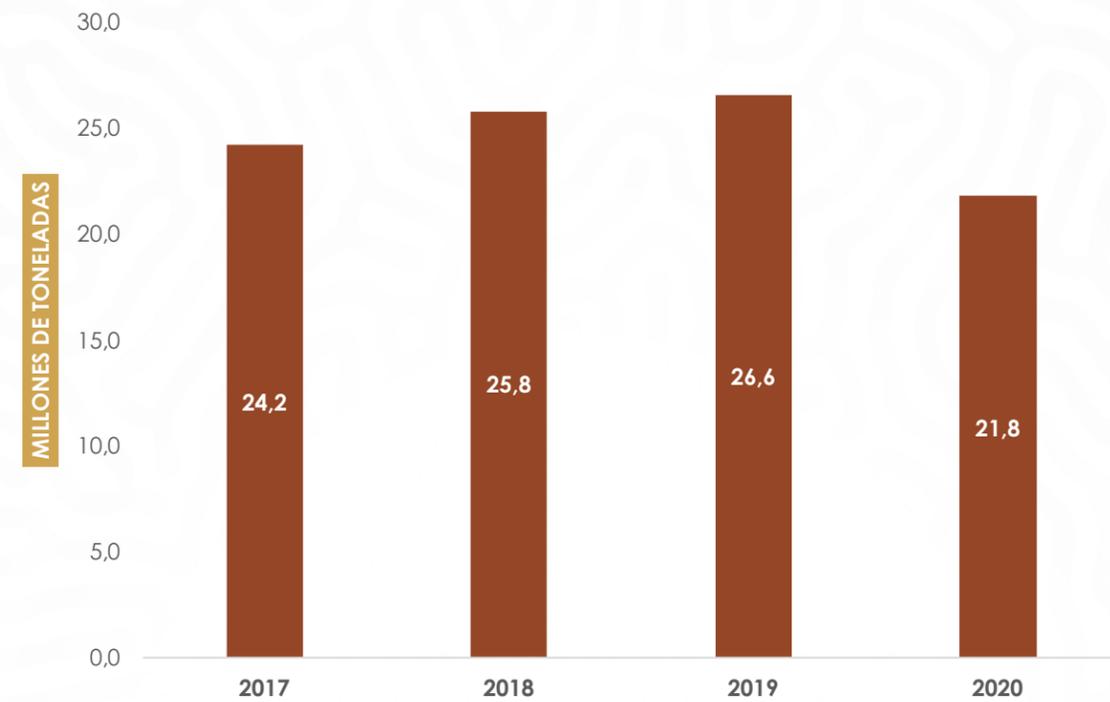
PAÍS	RANKING	2020	2019	2018	VAR (%) 2018-2019
Estados Unidos	1	50,79	50,3	49,7	1,20%
Nueva Zelanda	2	50,74	49,8	49,5	0,50%
Dinamarca	3	44	42,5	34,7	22,30%
Países Bajos	4	42,68	42	36,6	14,70%
Francia	5	40,52	41,3	39,4	4,90%
Colombia	34	20,93	21,52	21,38	4,52%
Promedio Resto del Mundo		20,85	19,6	19,2	1,90%
TOTAL, PROMEDIO		21,77	20,5	19,9	2,60%

Fuente: FAO, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP.

Mercado internacional

El año 2020 significó un reto para todos los sectores de la economía y el subsector de la papa no fue la excepción. La gran expansión de la pandemia a nivel internacional alteró significativamente las relaciones comerciales entre los diferentes países y volcó a las personas hacia una tendencia aún más proteccionista prefiriendo lo local sobre lo extranjero. Lo anterior, en contraposición al pujante proceso de globalización que se ha venido gestando en el mundo en los últimos 25 años y que ha convertido los problemas locales en amenazas globales.

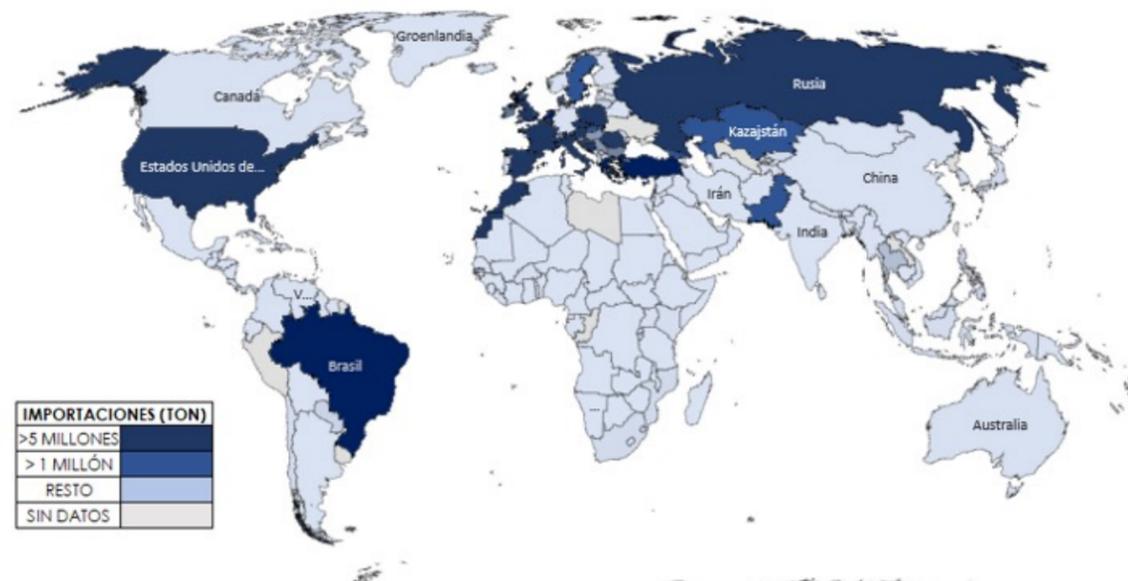
GRÁFICO 3. IMPORTACIONES MUNDIALES DE PAPA 2017-2020



Fuente: UNcomtrade, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

La situación coyuntural se vio reflejada en los niveles de importaciones de papa a nivel mundial, con una caída del orden de 5 millones de toneladas aproximadamente. Este fenómeno se origina como resultado de las diferentes limitaciones a la movilidad y crisis en la cadena de abastecimiento a nivel mundial, desde los procesos productivos que desarrolla el agricultor hasta el know-how del exportador en transportar y vender el producto internacionalmente.

GRÁFICO 4. INTENSIDAD DE IMPORTACIONES MUNDIALES DE PAPA 2020



Fuente: TradeMap, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

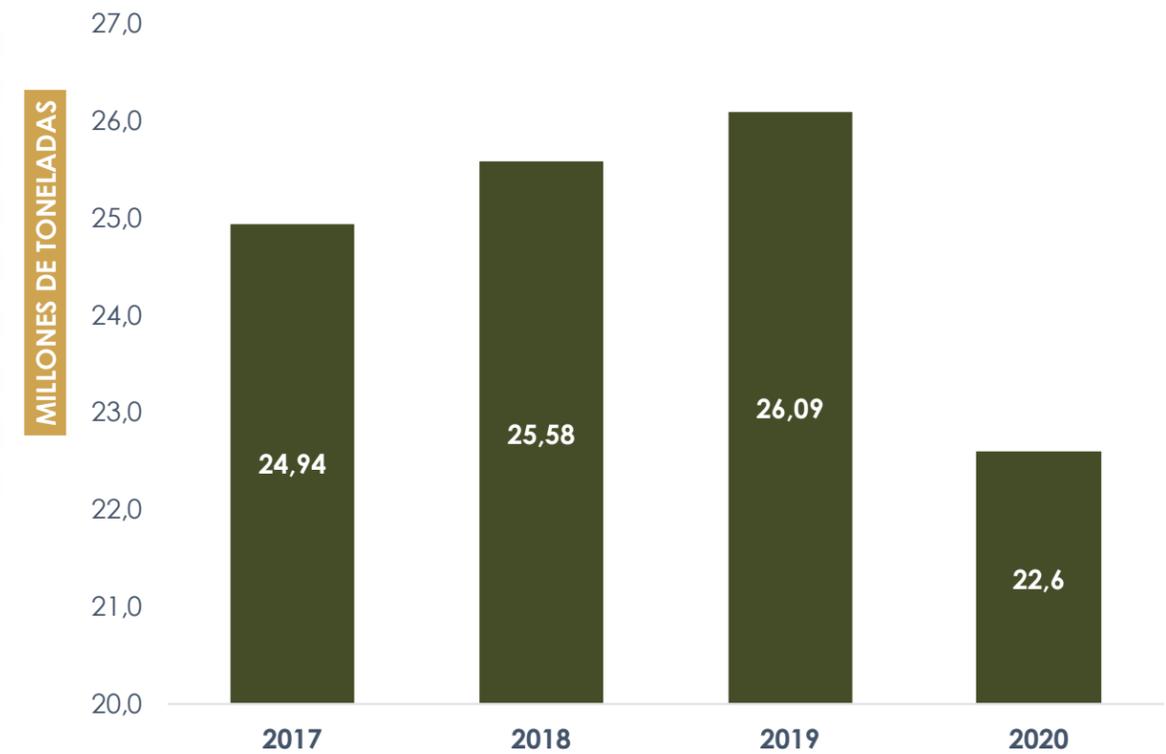
Durante 2020, los principales importadores de papa en todo el mundo se concentraron principalmente en Europa occidental, Estados Unidos, Brasil y Rusia. Es importante resaltar las participaciones de países como Turquía, Marruecos y Pakistán, ya que estos destinan la mayor parte de su producción al consumo interno, pero a su vez destacan por importar casi en su totalidad la subpartida 070110, es decir, papa en fresco o semillas para la producción.

Puntualizando en los países, los líderes mundiales de importación de papa corresponden a Bélgica, Países Bajos y Estados Unidos. Esta terna de países representa el 32%

de la importación mundial de papa, donde los dos primeros europeos participan en un 24% con la mayor parte de sus importaciones relacionada con papa como materia prima para la producción de papa congelada.

En contraste, las exportaciones mundiales de papa en 2020 ascienden a 22 millones de toneladas, con una participación mayoritaria de países europeos, naciones que representan alrededor del 72% del comercio de papa. Otros actores importantes en el mercado internacional de papa son Canadá y Estados Unidos, cuyos volúmenes de exportación corresponden al 15% del total.

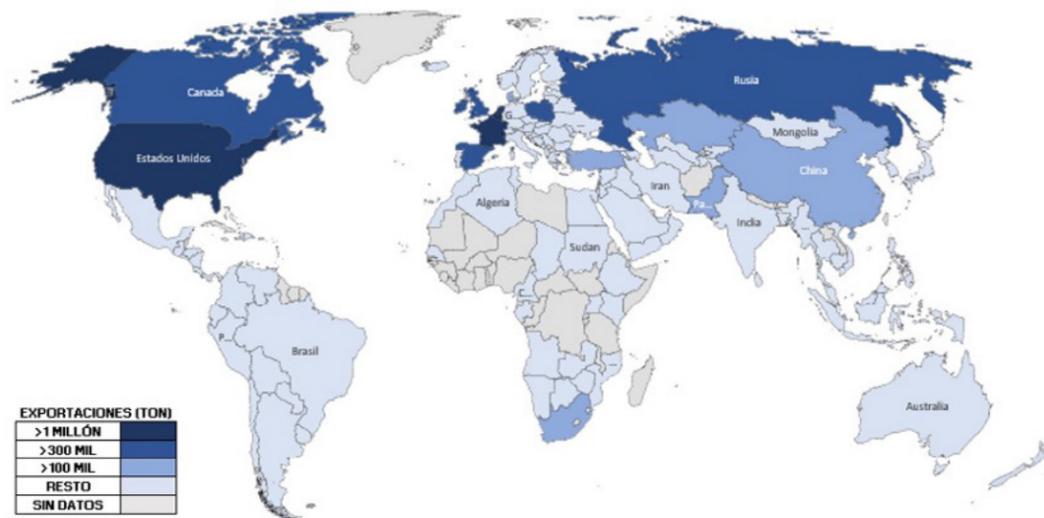
GRÁFICO 5. EXPORTACIONES MUNDIALES DE PAPA 2017-2020*



Fuente: UComtrade, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

Al igual que las importaciones, los volúmenes estuvieron afectados por las restricciones de movilidad y logística a nivel mundial, del mismo modo, la demanda particular presenta una reducción, viéndose reflejado este conjunto de problemáticas en la reducción del volumen de exportaciones de 4 millones de toneladas en todos los orígenes alrededor del mundo.

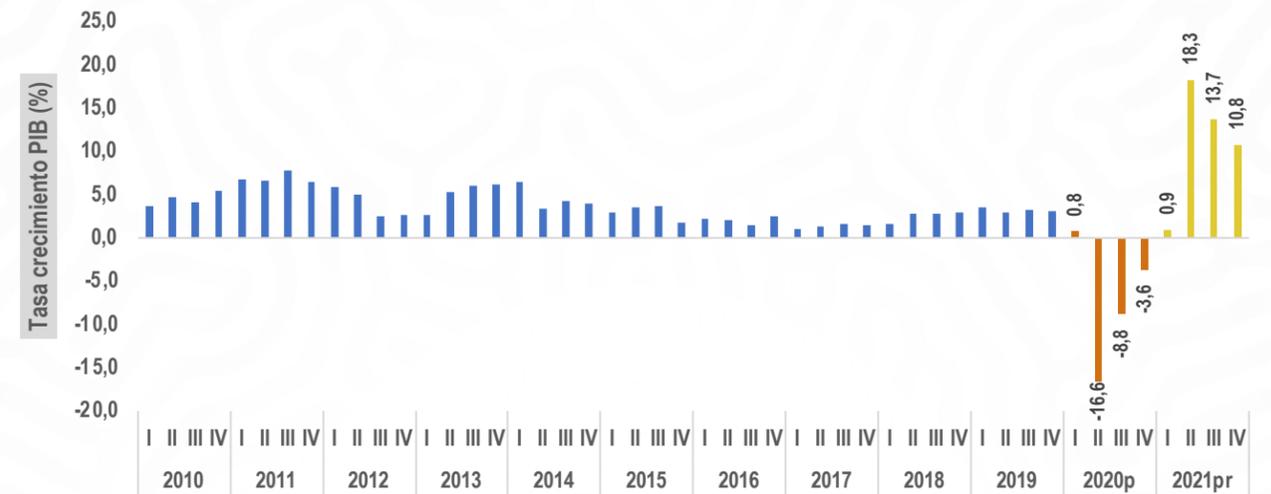
GRÁFICO 6. INTENSIDAD DE EXPORTACIONES MUNDIALES DE PAPA 2020



Fuente: TradeMap, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

En lo relacionado a la concentración de las exportaciones, los países más representativos se encuentran en Europa y América del Norte, presentando cuotas de exportación menores, pero aun así representativas en países del continente asiático como Rusia, China y Pakistán.

GRÁFICO 8. TASA DE CRECIMIENTO TRIMESTRAL Y ANUAL DEL PIB EN COLOMBIA 2010-2021 PR



Fuente: DANE-Cuentas Nacionales- Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

Pr: Preliminar – Información en círculos corresponde a la tasa de crecimiento anual

De acuerdo con las cifras oficiales reportadas por el DANE (2022), fue el sector de la construcción el de mayor descenso en su crecimiento durante el 2020, retrocediendo en un 26.8%, seguido de la explotación de minas y canteras con un -15.6% y el comercio, transporte, alojamiento y servicios de comida con -13.7%. En contraste, son las actividades financieras y de seguros aquellas que más crecieron durante este periodo coyuntural, incrementando en 2.3 p.p. con respecto al año anterior, seguido de las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (2 p.p.). Estos crecimientos se justifican en el aumento de la demanda de seguros para principalmente médicos y de bienes dada alguna novedad por la pandemia, especialmente en términos de salud. En cuanto a la agricultura, por la necesidad de garantizar alimentos en los hogares.

Contexto Nacional

Durante 2021, Colombia se caracterizó por tener un decrecimiento productivo derivado de los impactos negativos de la pandemia sobre la economía. Los retrocesos en las actividades económicas se vieron principalmente afectadas por la caída en los niveles de empleo y ralentización de las dinámicas empresariales, lo cual provocó una contracción de la economía.

Así, en el 2020 se revirtió la tendencia en el crecimiento de la economía. En el 2019, el crecimiento anual fue de 3,2%, si bien este es superior al del 2018, por 0.6 puntos porcentuales (p.p.), 2020 significó un panorama opuesto.

Para este último año el crecimiento económico cayó 3.8 p.p., siendo el segundo trimestre el periodo con la caída más pronunciada del valor agregado, registrando descensos del -16.6%. Este panorama decreciente es reflejo de la coyuntura económica del país derivada de la pandemia y el estancamiento de las actividades productivas.

No obstante, 2021 mostró indicios de recuperación del PIB, siendo el segundo y tercer trimestre los periodos de mayor aumento de las actividades económicas, esto se da por los incentivos e inversiones en gasto público para la recuperación de la economía nacional.

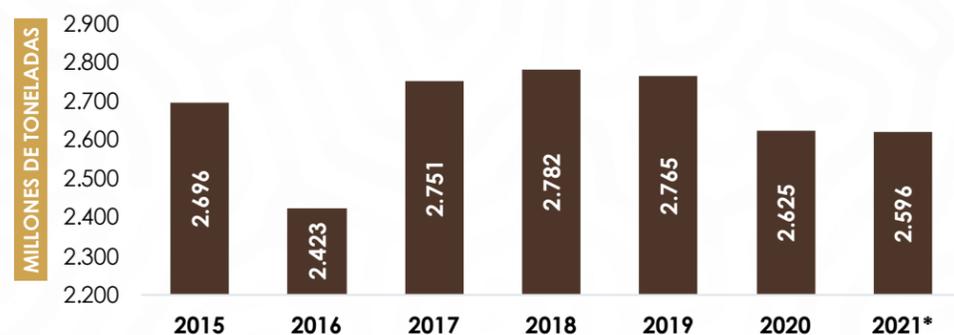
La Papa En Colombia

Producción, área sembrada y rendimientos

La producción en Colombia se concentra en 9 departamentos, dentro de los cuales lidera Cundinamarca, seguido de Boyacá, Nariño, Antioquia, Santander, Norte de Santander, Cauca, Tolima y Caldas. No obstante, los tres primeros departamentos concentran el 84% de la producción nacional.

Estos departamentos tuvieron una producción aproximada de 2,6 millones de toneladas en el 2020, dentro de las cuales priman las variedades Superior, Diacol, Pastusa y Criolla.

GRÁFICO 9. PRODUCCIÓN DE PAPA (TONELADAS) COMPARATIVO 2015- 2021



Fuente: Consejo Nacional de la Papa, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

El comportamiento de la producción de papa en 2020 presentó una contracción del 5% con respecto al 2019. Pese a que 2021 estaba mostrando una recuperación económica a nivel nacional, la producción de papa registró un panorama opuesto, reduciéndose en -2%, si bien la reducción porcentual para este año fue menor que la registrada entre 2019-2020, en términos de volumen la producción del tubérculo sigue descendiendo.

TABLA. PRODUCCIÓN DE PAPA POR DEPARTAMENTOS (TONELADAS) 2020-2021

PERIODO	ANTIOQUIA	BOYACA	C/MARCA	NARIÑO	OTROS
2020	139.875	708.273	953.796	585.303	238.026
2021	141.703	690.714	950.633	570.195	243.273
VAR (%)	1.3%	-2.5%	-0.3%	-2.6%	2.2%

*Otros: Tolima, Santander, Norte de Santander, Caldas y Cauca.
Fuente: Consejo Nacional de la Papa

En el análisis departamental de la producción, fueron Nariño y Boyacá los que registraron mayores reducciones productivas en papa, cayendo en un -2.6% y -2.5% respectivamente para 2021. Por el contrario, fue Antioquia el departamento con incrementos en sus volúmenes de producción, así como, el conjunto de los otros departamentos productores de menor participación.

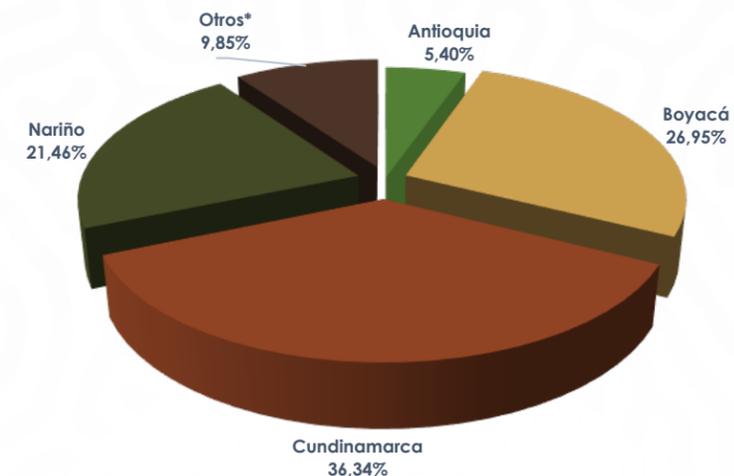
TABLA. RENDIMIENTO (TON/HA) DE PAPA 2020-2021

DEPARTAMENTO	RENDIMIENTO (TON/HA)		VARIACIÓN (%)
	2020	2021	
ANTIOQUIA	21.24	21.83	2.8%
BOYACA	20.77	21.53	3.7%
C/MARCA	21.25	23.20	9.2%
NARIÑO	22.36	23.54	5.3%
OTROS	20.07	21.07	5.0%

Fuente: Cálculos Sistemas de Información con base a Consejo Nacional de la Papa.

Por otro lado, los rendimientos productivos de papa en Colombia presentaron caídas en 2020, reduciéndose en un 3%, empero, para 2021, se registraron mejoras en este indicador debido a la disminución de áreas sembradas en Colombia del tubérculo, es decir, se obtuvo más toneladas por menos hectáreas sembradas pese a la coyuntura.

GRÁFICO 10. PARTICIPACIÓN DEPARTAMENTAL EN EL ÁREA SEMBRADA EN PAPA 2021



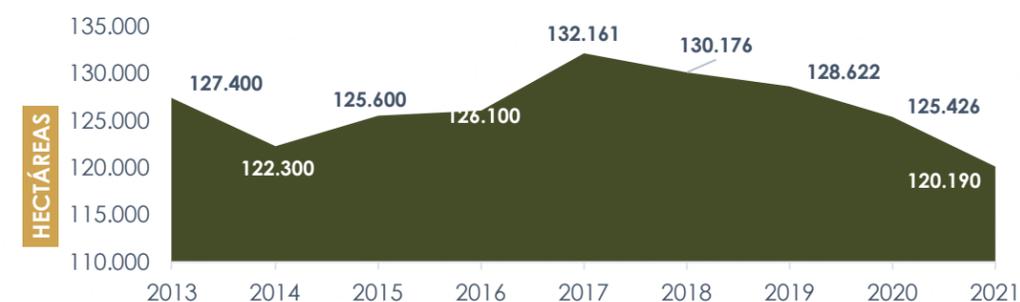
*Incluye Cauca, Tolima, Caldas, Santander y Norte de Santander.

Fuente: Consejo Nacional de la Papa - Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

Así, se observó que fue Cundinamarca el departamento que mantuvo la mayor participación en las hectáreas sembradas de papa en Colombia, pese a tener una participación del 36%, durante 2021 redujo las áreas en un 6.9%, ubicándose en las 42.677 hectáreas en papa para el departamento. En segundo lugar, de mayor participación de hectáreas sembradas en papa, se encuentra Boyacá, al igual que Cundinamarca presentó descen-

dos porcentuales similares del indicador para 2021. Este panorama se debe a las contracciones de la actividad económica en el país, la cual sugirió limitantes para la producción tales como la disponibilidad de semilla y dificultades en el transporte para el abastecimiento de la producción dentro del país, resultando en un desincentivo a la producción.

GRÁFICO 11. ÁREA SEMBRADA DE PAPA NACIONAL (HECTÁREAS) 2013 - 2021



Fuente: Consejo Nacional de la Papa - Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP 2013 - 2021

Abastecimiento Y Precios De La Papa

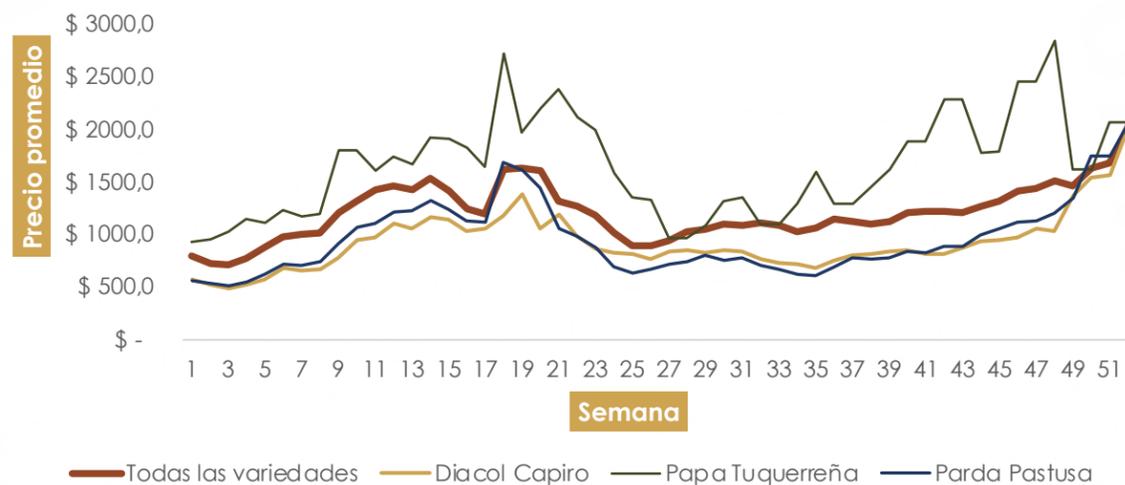
Para el año 2021, el precio promedio de las variedades blancas sin lavar se estableció en \$953 el kilogramo, representando un aumento del 56% con respecto al 2020. Por su parte, para el mismo conjunto de variedades de papa en presentación lavada, el precio promedio para el 2021 fue de \$1.246 el kilogramo, incrementándose en un 41% con respecto al año anterior.

TABLA 5. PRECIO PROMEDIO POR KG- VARIETADES DE PAPA BLANCAS 2020-2021

VARIEDAD	2020	2021	VAR (%)
Betina	\$ 431	\$ 741	72,1%
Diacol Capiro	\$ 608	\$ 893	46,9%
ICA-Única	\$ 469	\$ 831	77,4%
Papa Tuquerreña	\$ 1.017	\$ 1.572	54,5%
Parda Pastusa	\$ 634	\$ 931	46,7%
Pastusa Suprema	\$ 541	\$ 848	56,7%
Superior	\$ 579	\$ 852	47,3%
PROMEDIO	\$ 611	\$ 953	56%

Fuente: SIPSА - Centrales de Abastos- Cálculos y Estimación Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

GRÁFICO 12. PRECIO PROMEDIO SEMANAL DE PRINCIPALES VARIETADES BLANCAS DE PAPA EN 2021



Fuente: Consejo Nacional de la Papa, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

El precio promedio del kilo de papa para todas las variedades durante 2021 se situó en \$1.236 con una tendencia al alza durante todo el año a excepción de junio. Se destaca el comportamiento de variedades como la Betina (con un precio promedio de \$741), ICA-Única (\$831) y la Pastusa Suprema (\$841), por registrar los precios más inferiores al promedio general durante todo el año.

El comportamiento del precio promedio de la papa para todas las variedades en el 2021 se identificó por un alza general durante el año, solo fue durante la mitad del año, que se logró una estabilización alcanzando los márgenes del 2020. Sin embargo, esto fue un punto de inflexión para comenzar con un aumento aún más pronunciado que el primer semestre superando incluso los precios del año previo.

GRÁFICO 13. PRECIO PROMEDIO SEMANAL DE LA PAPA PARA TODAS LAS VARIETADES 2018-2021



Fuente: Consejo Nacional de la Papa, Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

El análisis semanal de los precios pagados al productor de papa, evidencia que las últimas semanas de los años 2019 y 2020 registran los valores más bajos, asociados a la estacionalidad del cultivo, resaltando que solían ser temporada de cosechas. No obstante, dado el cambio climático y la coyuntura por la pandemia, ocasionaron que los cultivos cambiaran los periodos normales de siembra y cosechas, reduciendo la disponibilidad del tubérculo en el país, incrementando los precios promedios para 2021.

TABLA 6. PRECIO PROMEDIO MENSUAL POR KILO DE PAPA 2020-2021

MES/AÑO	VARIETADES BLANCAS NO LAVADAS			VARIETADES BLANCAS LAVADAS		
	2020	2021	VAR (%)	2020	2021	VAR (%)
enero	\$ 523	\$ 534	2%	\$ 873	\$ 827	-5%
febrero	\$ 505	\$ 720	43%	\$ 1.003	\$ 1.211	21%
marzo	\$ 657	\$ 1.056	61%	\$ 1.211	\$ 1.579	30%
abril	\$ 673	\$ 1.133	68%	\$ 1.280	\$ 1.431	12%
mayo	\$ 749	\$ 1.265	69%	\$ 1.475	\$ 1.932	31%
junio	\$ 867	\$ 728	-16%	\$ 1.298	\$ 1.107	-15%
julio	\$ 737	\$ 759	3%	\$ 997	\$ 1.030	3%
agosto	\$ 595	\$ 668	12%	\$ 802	\$ 1.147	43%
septiembre	\$ 503	\$ 762	52%	\$ 710	\$ 1.120	58%
octubre	\$ 434	\$ 879	102%	\$ 588	\$ 1.207	105%
noviembre	\$ 425	\$ 1.064	150%	\$ 614	\$ 1.431	133%
diciembre	\$ 419	\$ 1.669	298%	\$ 633	\$ 2.385	277%
PROMEDIO	\$ 591	\$ 936	70%	\$ 957	\$ 1.367	58%

Varietas blancas contiene: Betina, Diacol capiro, ICA-Nevada, ICA-única, Tuquerreña, Pastusa, Suprema, Superior.
Fuente: SIPSА-DANE- Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

En efecto, la crisis por desabastecimiento afectó directamente los precios durante todo el año, siendo las variedades no lavadas aquellas que registraron una mayor variación con respecto al año anterior. Empero, fue al cierre del año donde los precios se situaron en incrementos de más del 100% en comparación a los últimos meses del 2020. Lo anterior, fundamentado en el bajo nivel de abastecimiento del país, especialmente durante el segundo semestre.

En tanto a abastecimiento, 2021 se caracterizó por una reducción en el stock de papa a nivel nacional frente al año anterior, esto dado por la contracción de la producción, así como, las dificultades en la cadena logística que se dio dentro del país. Cundinamarca, toma relevancia

por ser el departamento con mayor disponibilidad de papa en la región principalmente de variedad Superior con una participación del 65%, seguido de la Criolla con un 15% y en tercer lugar Diacol Capiro con 11%, siendo Villapinzón y Zipaquirá los municipios de mayor aporte dentro del departamento de Cundinamarca.

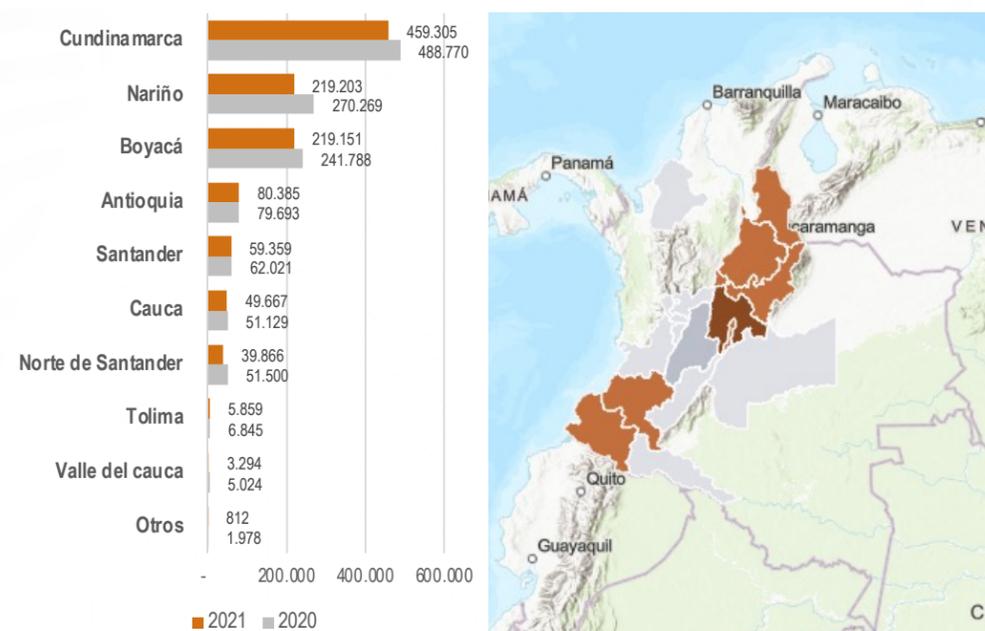
Al igual que la tendencia de la producción, se observa que es Antioquia el departamento con incrementos en el abastecimiento durante 2021. Lo anterior se debe a que las variedades producidas en este departamento son destinadas en su 90% a consumo interno y no a la distribución en resto del país, manteniendo el stock normal para suplir la demanda permanente de papa dentro del departamento.

Imagen 7. Cultivo de papa en floración



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

GRÁFICO 14. VOLÚMENES DE ABASTECIMIENTO (TON) EN COLOMBIA POR DEPARTAMENTOS 2020-2021



Fuente: SIPSA (Componente de abastecimiento)-DANE- Cálculos Sistemas de Información y Estudios Económicos Fedepapa- FNFP

Tabla 6. Clasificación Botánica (taxonomía)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género	Solanum
Especie	Tuberosum
Nombre científico	Solanum tuberosum

Fuente: Castellanos, M. 2010

Origen Y Distribución

Origen

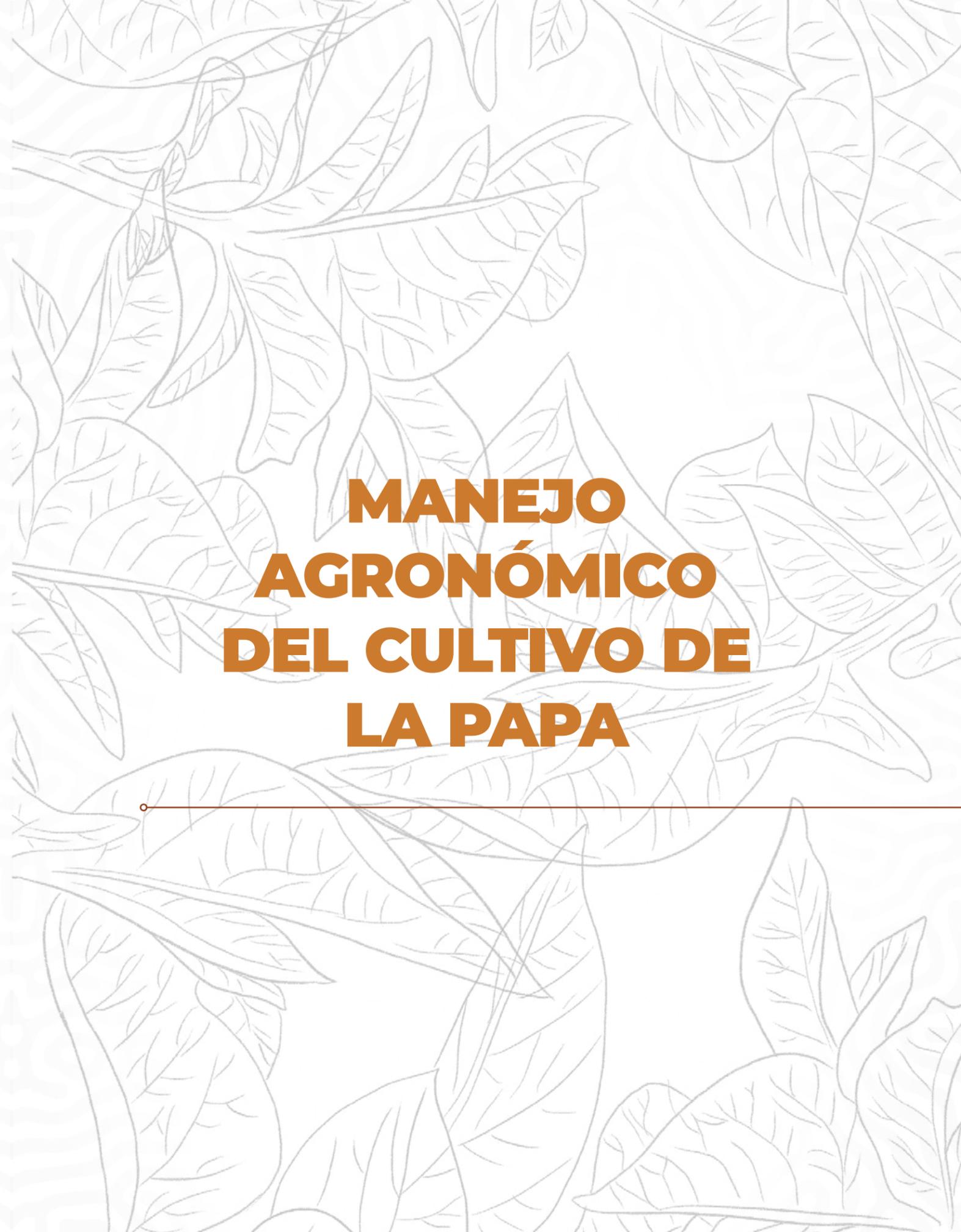
Según FAO, (2008) la papa es originaria de los andes suramericanos (Luján Claupe, 1994). La historia de la papa comenzó hace 8.000 años cerca al lago Titicaca, que está ubicado a 3.800 m.s.n.m. en la cordillera de los andes, en la frontera de Bolivia y Perú. De acuerdo a investigaciones realizadas, las comunidades de cazadores y recolectores que habían poblado el sur del continente por lo menos unos 7.000 años antes, domesticaron las plantas silvestres de la papa que se producía en abundancia cerca al lago Titicaca (Valencia et al., 2013).

Según el Centro Internacional de la Papa (CIP), existen cerca de 200 especies silvestres consideradas taxonómicamente distintas. Desde el nivel de los diploides ($2n = 2x = 24$ cromosomas) hasta el de las hexaploides ($2n = 6x = 72$ cromosomas). Todas estas especies existen solo en América, crecen desde el sur de los Estados Unidos hasta Chile y se encuentran desde el nivel del mar hasta los 4.000 metros de altura (Valencia et al., 2013).

La papa (*Solanum tuberosum*) es una herbácea que se divide en dos subespecies: la andigena, adaptada a condiciones de días cortos, cultivada principalmente en los Andes y tuberosum posiblemente descende de una pequeña introducción en Europa de papas indígenas, que más tarde fueron adaptadas a días largos (Valencia et al., 2013).



MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA PAPA



Son todas aquellas labores y/o acciones encaminadas al mantenimiento, desarrollo y sostenibilidad del cultivo manejando diferentes variables, en algunos casos estas pueden ser controladas y en otros casos dependen de factores ambientales externos. Una adecuada planificación de cada una de estas labores permitirá en el tiempo tener cultivos con un mejor desarrollo, una mejor calidad y producción.

Condiciones Agroecológicas

A partir de lo anterior, conocer los requerimientos agroecológicos en la fase previa al establecimiento puede ser clave para el adecuado desarrollo y producción de nuestro cultivo. Las condiciones generales para la producción están en la tabla 7.

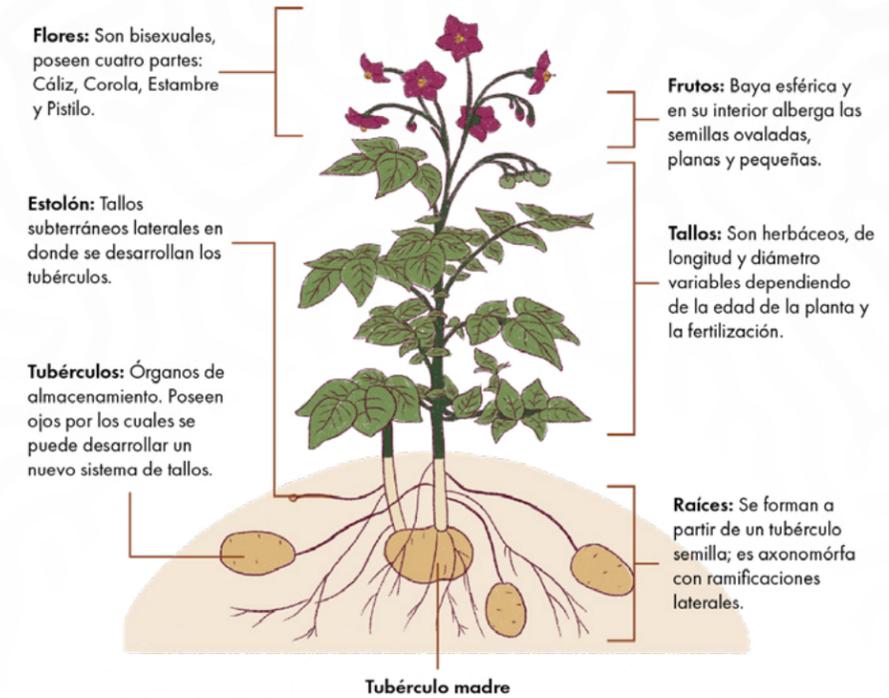
Tabla 7. Condiciones Agroecológicas.

VARIABLE	RANGOS ÓPTIMOS
ALTITUD	2000-3000 M.S.N.M
TEMPERATURA	16-22°C
SUELOS	FRANCOS (ARCILLOSOS-ARENOSO-LIMOSO)
AGUA	600-1000 ml
pH	5.5-6.5

Morfología de la Planta de Papa

Cuando se habla de morfología, se hace referencia a la estructura o forma de la planta, en este caso podemos describirla como una planta herbácea cuyo órgano de interés comercial son los tubérculos, los cuales son tallos modificados subterráneos que se forman a partir del engrosamiento en los extremos de los rizomas, sin embargo el rendimiento de la planta se ve afectado por el desarrollo de los órganos aéreos y subterráneos, por ende es importante conocer que la morfología de la papa, la cual puede ser modificada por diversos factores ambientales tales como humedad, temperatura, luminosidad, duración del día y fertilidad del suelo, los cuales tendrán un impacto directo en la producción.

Imagen 8. Descripción botánica de la planta de papa



Fuente: (Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO, 2014). Ilustración FNFP.

Raíces

Las plantas de papa se pueden reproducir a través de una semilla o tubérculo-semilla; cuando proviene de una semilla la raíz principal es delgada y se transforma en fibrosa mientras que las plantas de tubérculos utilizados como semilla vegetativa tienen sistema fibroso de raíces laterales, que brotan generalmente en grupos de tres que emergen a partir de los tallos subterráneos. Las raíces adventicias son muy ramificadas, cortas y numerosas, ocurren hasta en los extremos de las raicillas conformando un sistema radicular frondoso y muy eficiente en la absorción de agua y nutrientes. A pesar de que existen diferencias varietales con respecto al sistema radicular aproximadamente el 65% se desarrolla en los 30 cm de profundidad del suelo. Ramírez, et al. (2014).

Imagen 9. Sistema radicular de la planta de papa



Fuente: Proyecto ITPA-FNFP.

Tallos

El sistema de tallos de la papa consta de tallos aéreos, estolones y tubérculos.

Tallos Aéreos

Los tallos aéreos son herbáceos, de longitud y diámetro variables de acuerdo con la variedad, la edad de la planta y la fertilidad del suelo. Los tallos aéreos principales se originan directamente de los brotes del tubérculo semilla y su número varía según el tamaño del tubérculo madre. Los tallos principales generan la primera floración del cultivo; los laterales se desarrollan de las yemas axilares localizadas en los nudos inferiores de los tallos principales.

Los tallos aéreos son el principal soporte del follaje, porción aérea de la planta que está integrada por tallos, hojas, flores y frutos. Entre las principales funciones fisiológicas del tallo se encuentra el transporte ascendente de agua y nutrientes a través del xilema y traslado de los productos fotosintetizados a través del floema. Ramírez, et al. (2014).



Imagen 10 y 11. Tallos de la planta de papa.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Estolones

Morfológicamente descritos, los estolones de la papa son tallos laterales que crecen horizontalmente por debajo del suelo a partir de yemas de la parte subterránea de los tallos. Los estolones largos son comunes en las papas silvestres y el mejoramiento de la papa tiene como una de las metas obtener estolones cortos. Los estolones pueden formar tubérculos mediante un agrandamiento de su extremo terminal. Sin embargo, no todos los estolones llegan a formar tubérculos. Un estolón no cubierto con suelo, puede desarrollarse en un tallo vertical con follaje normal. Inostroza F. et al. (2009).

Imagen 12 y 13. Desarrollo de estolones



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Hojas

Las hojas de la papa son compuestas, alternas e insertas sobre los nudos del tallo en espiral. En la hoja normal se presenta el raquis central, sobre el cual se desarrollan varios pares de folíolos laterales primarios y un folíolo terminal más grande, algunos folíolos que se unen directamente al raquis se llaman sésiles y otros desarrollan un pequeño peciolo. Ramírez, et al. (2014).



Imagen 14 y 15. Área foliar de la planta de papa.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Flores

Las flores de la papa son bisexuales, los estambres son el órgano masculino llamado androceo, y el pistilo es el órgano femenino llamado gineceo. La flor es pentámera tetracíclica, posee cinco estambres de color amarillo, anaranjado y un solo pistilo. La inflorescencia de la papa es una cima terminal que puede ser simple o compuesta. El color de las flores es variable: rosado, blanco, morado (varios tonos) o mezcla de 2 colores. Pumisacho, M. Sherwood S (2002).

Imagen 16. Floración del cultivo de papa



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Tubérculos

Los tubérculos son tallos modificados y constituyen los principales órganos de almacenamiento de la planta de papa. Los ojos de la papa se distribuyen sobre la superficie del tubérculo siguiendo una espiral, se concentran hacia el extremo apical y pueden ser elevadas, superficiales o profundas cada ojo contiene varias yemas. En las diversas variedades comerciales de papa, la forma del tubérculo varía y puede ser redondo, ovalado u oblongo. La piel es generalmente suave y en algunas variedades es tosca o áspera, la piel se desprende fácilmente al frotarla cuando el tubérculo no ha madurado, por eso el daño de la piel es frecuente cuando se cosechan tubérculos antes de la madurez. Inostroza F. et al. (2009)

Establecimiento del Cultivo

En el establecimiento del cultivo debemos tener en cuenta las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs), donde el conjunto de actividades que se realizan en el sistema productivo papa está encaminadas a aumentar la eficiencia y productividad, garantizando la sostenibilidad del medio ambiente.

La planificación ideal para el cultivo comprende las siguientes actividades:

Imagen 17. Tubérculos de papa



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Frutos

El fruto de la papa es una baya (mamones) de 1 a 4 cm de longitud, de forma esférica globular, ovoide o alargada, color verde claro a oscuro, ocasionalmente pigmentados, cada fruto contiene hasta 400 pequeñas semillas.

Imagen 18. Frutos de cultivo de papa



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Toma de muestra para análisis de suelos, una adecuada mecanización, uso de semilla certificada, fertilización de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes y los requerimientos nutricionales de cada variedad, adecuado y oportuno deshierbe, aporque y manejo fitosanitario, es de vital importancia permitir que el cultivo cumpla con su ciclo fenológico y/o madurez fisiológica, cosecha y poscosecha. FEDEPA-FNFP

Semilla

La semilla de papa se constituye como el principal insumo para comenzar un proceso productivo exitoso, de este va a depender la producción y calidad de la cosecha. Morfológicamente hablando la semilla es un tubérculo o tallo modificado carnoso, que tiene yemas las cuales dependiendo de su viabilidad y sanidad fisiológica permiten una brotación múltiple dando el punto óptimo para su siembra. Romero, W. 2019

Para llegar al momento de siembra la semilla certificada ha tenido que pasar por diversos procesos, en promedio desde su inicio han transcurrido entre 3-4 años, partiendo desde la micropropagación, que es el sistema para producir plantas que estén libres de enfermedades; el proceso está constituido por dos fases: la primera de laboratorio (Fase I) y una segunda de campo (Fase II).

La Fase de Laboratorio comprende las siguientes categorías:

Súper Élite: En esta fase se producen mini tubérculos o esquejes, obtenidos de plantas originadas mediante propagación in vitro a partir del cultivo de meristemos o plántulas in vitro.

Élite: Son tubérculos que se obtienen en invernadero o casa de malla a partir de la propagación de esquejes o mini tubérculos.

La fase de campo comprende las siguientes categorías:

Básica: es el resultado de la propagación de la semilla Élite.

Certificada: resultado de los materiales semilla procedentes de la categoría Registrada.

Registrada: producidas a partir de los materiales semilla multiplicados como Básica;

Imagen 19 y 20. Semilla certificada de papa



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Cada una de las categorías de la semilla certificada, tiene etiquetas representadas con un color distintivo para su identificación, Súper elite (verde oscuro), Elite (verde claro), Básica (Blanco), Registrada (rosado) y certificada (verde). Romero, W. 2019

Manejo de Suelos y Maquinaria Agrícola

De manera general, a través de la historia de la agricultura y de la humanidad en sí, el ser humano ha fabricado diversidad de herramientas, utensilios utilizados para facilitar las labores agrícolas con miras a buscar economía energética, eficiencia y productividad. Cortés M., 2009

Identificar el tipo de suelo que se tiene, va determinar la facilidad de preparación del terreno, la variedad óptima para sembrarse y el tipo de nutrición que se va a manejar. El suelo es un recurso escaso que se debe utilizar de una manera responsable por lo cual se recomienda labores de labranza mínima, rotación y asociación con otros cultivos, aplicación de materia orgánica compostada y microorganismos benéficos para la fauna del suelo. Conocer los diferentes tipos de manejos y herramientas utilizadas en la mecanización de suelos permite tomar una decisión acertada al momento de intervenir la vida útil de estos, a continuación, se nombran algunas de las labores más utilizadas en el sistema productivo papa:

Labranza convencional o tradicional

Se emplea en la mayoría de los casos para suelos franco arcillosos y franco arcillo arenosos, con una inclinación de menos de 10% de inclinación y se hacen entre 5 a 8 pases donde se pueden incluir los siguientes equipos: desbrozadora; arados, rastras, rastrillos y cinceles.

Labranza mínima o reducida

Con menos pases de herramientas, respecto a la labranza convencional, esto corresponde a suelos con una inclinación mayor al 30% y/o un limitado acceso al predio donde se pretenda instalar el cultivo, para estos casos, se requerirá el uso de herramientas como azadones, picas y palas. La preparación de este tipo de suelos por lo general demandará mayor energía de los operarios según su textura.

Labranza vertical

Se hace con cinceles y/o subsolador para "aflojar" las capas compactas y/o endurecidas, esto para suelos con una textura arcillosa con presencia de panes de arcilla en el perfil; este tipo de suelos por lo general demanda una gran cantidad de pases del implemento y se recomienda manejar drenajes para evitar el encharcamiento en épocas de invierno.

Labranza de conservación

Cualquier sistema de labranza y de siembra en la cual por lo menos un 30% de la superficie del suelo queda cubierta por residuos de plantas después de la siembra, con el fin de controlar la erosión, esto en caso de suelos con textura arenosa en zonas con escorrentías de ríos o riachuelos que aceleren este proceso erosivo.

Labranza cero o siembra sin labranza (siembra directa)

La siembra mecanizada directamente sobre las socas de cultivos anteriores, sobre rastrojos o pastos; utilizándose para tal fin sembradoras especiales. (Gonzalez, 1999).

Sistema de guachado

Es un sistema de conservación. Que consiste en utilizar un cuto o un azadón, se corta el potrero en tres partes en cespedones de forma rectangular u ovalada que miden en promedio 35 cm. de ancho por 55cm de largo, se doblan por la parte no cortada hacia dentro de tal manera que los cespedones cortados caen sobre el potrero y al unirse forman los surcos o guachos, la calle corresponde al espacio donde se sacaron los cespedones por cada surco, donde generalmente la distancia entre surcos, entre 1.20m y 1.50m, construidos a favor de la pendiente. Yopez, B. Corpoica 2002.

Imagen 21. Establecimiento de cultivo en sistema de Guachado



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Luego de analizar el tipo de suelo y la labranza conveniente para la preparación de este, se tiene en cuenta los diferentes tipos de maquinaria:

ARADOS

Los arados, son herramientas de labranza agrícola que tienen como finalidad abrir surcos y remover el suelo antes de sembrar las semillas. Su característica principal es la separación y el volteo del suelo, de forma que cualquier vegetación o estiércol que se encontrara en la superficie queda enterrada y una parte del suelo que se halla a una determinada profundidad se lleva a la superficie, donde queda expuesta a los agentes atmosféricos Morales , Z. (2015)

Arados de disco

Actualmente el arado de discos se utiliza principalmente para la labranza secundaria del suelo; sin embargo, aquellas rastras de discos de gran peso y tamaño se utilizan en la labranza primaria. Estos, son aperos de formas muy diversa cuya finalidad es allanar el terreno en su capa superficial. Con este tipo de implemento se consigue, además de eliminar las malas hierbas existentes, romper la costra y mullir la capa superficial, provocando su aireación. Morales , Z. (2015).

Imagen 22. Arado de Disco



Fuente: Sargent Agrícola Chile

Arados de cincel

El arado de cincel es un apero utilizado para disgregar capas compactas a profundidades hasta de 40 cm y para labrar el suelo de forma vertical o profunda, roturando el suelo y llevándolo a estados aceptables para la siembra en una o varias pasadas. Esta herramienta impacta de forma mínima la estructura del suelo; dejando residuos de cosecha o vegetación en la superficie, conservando la humedad del suelo y reduciendo la erosión. Se trata de la labranza más aconsejable para suelos tropicales como los colombianos Morales , Z. (2015)

Arado de cincel vibratorio

Es un implemento que consta de varios cinceles vibratorios montados sobre un marco que es fabricado en una estructura tubular, es un implemento diseñado para lograr un mayor rendimiento en el crecimiento de los cultivos, debido a que, consigue una mayor velocidad de trabajo, rompe la compactación del suelo y permite el paso de agua, aire y luz, pero no invierten el prisma del suelo, solo lo remueve. Morales , Z. (2015).

Imagen 23. Arado de cincel vibratorio



Fuente: Catálogos de maquinaria Montana.

Arado rotativo

Este implemento, no gira como consecuencia del movimiento de tracción, como todos los otros arados con herramientas de trabajo giratoria ya que está conectado a la toma de fuerza del eje del tractor. Esta característica facilita el trabajo del arado, porque hace que sea independiente de la irregularidad y la falta de rectitud en el movimiento del tractor. El arado rotatorio, de hecho, tiene el mismo alcance que el de un arado convencional, con la diferencia de que es más rápido, por lo tanto, el arado rotativo es definitivamente más fácil de manejar las tierras vírgenes, densamente cubiertas de plantas silvestres, mejor triturado y mezclado que es una ventaja en el tratamiento de ciertos tipos de suelo. Hoy en día, los arados rotativos no son solo los más modernos, sino también los más comunes. Se usan para la labranza en todas partes. Se puede utilizar para trabajar el suelo para casi cualquier tipo de cultivo, esto debido a que afloja el suelo mucho mejor que otros tipos de arados. Morales, Z. (2015).

Imagen 24. Arado Rotativo



Fuente: Informativo INIA-URI 2012, preparación de suelos.

Arado de rastras

Por su diseño, concepción y tipo de labor resultan intermedios entre el arado de discos y la rastra de disco, es decir, los discos son de tamaño grande y están montados en un único bastidor o cuerpo (chasis), asemejándose a los arados, pero todos los discos están a menor distancia entre sí, 15 son verticales y solidarios en un eje (no son independientes como en el arado de discos) como en el caso de las rastras.

El arado rastra hace un trabajo similar al arado de discos, pero se diferencia por ser menos profundo y por generar una mayor cobertura en la superficie del terreno (esto

está también favorecido por la mayor proximidad entre los discos. Morales, Z. (2015)

Imagen 25. Arado de Rastra



Fuente: Informativo INIA-URI 2012, preparación de suelos.

Labranza secundaria

Esta labor comprende todas las operaciones superficiales aplicadas al suelo y que se ubican con una profundidad de trabajo inferior a 20 cm, se realizan después de la labranza primaria, antes y posterior a la siembra. Sus objetivos son: disgregar los terrones y nivelar el suelo que dejó la arada para formar un surco uniforme y suavizado, controlar malezas (desyerba) levantar el surco como barrera física para evitar la entrada de insectos plaga a la zona radicular y cubrir los estolones para el óptimo desarrollo de los tubérculos (aporque)

La decisión para hacer estas labores, depende de factores como: tipo de suelo (arenoso, limoso o arcilloso), humedad del suelo, grado de compactación del suelo, pendiente del terreno y época de laboreo. Podemos decir, que el momento óptimo para hacer este tipo de labor, es cuando el suelo tiene una humedad cercana a la capacidad de campo, esta condición coincide con el mínimo de adherencia del suelo a los implementos utilizados. Morales, Z. (2015) En nuestro el caso puntual los implementos más utilizados para las labores de preparación del suelo antes de la siembra son:

- Arado de discos.
- Cincel vibratorio.
- Arado de Rastra.
- Arado rotativo.

Imagen 26. Mecanización de lote para siembra.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Siembra

La semilla certificada de papa es el insumo más importante para lograr mejoramientos significativos en la productividad, disminuir costos y mejorar la calidad, la utilización de esta garantiza tener un material inicial sano libre de plagas y otros agentes biológicos que puedan afectar fitosanitariamente el cultivo, debe tener de 4 a 6 brotes y un tamaño aproximado de 4 a 8 cm, lo cual facilita la siembra y una germinación homogénea, se deben tener como mínimo 20 tallos por metro cuadrado para obtener una buena producción.

Imagen 27. Brotación de semilla Diacol Capiro



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Una vez definida la variedad de la semilla y el área para la instalación del cultivo, se procede a hacer la preparación del suelo basado en los tipos de labranza descritos anteriormente (convencional, mínima, vertical, de conservación y labranza cero) y utilizando los implementos adecuados según estos tipos de labranza, también descritos anteriormente.

Tabla 8. Distancia de Siembra Recomendados según variedad

VARIEDAD	DISTANCIA DE SIEMBRA	DENSIDAD DE SIEMBRA	SEMILLA CERTIFICADA POR HA
DIACOL CAPIRO	1 m entre surcos – 0.4 m entre plantas	25,000	40 – 45 bultos
PASTUSAS	1 m entre surcos – 35 cm entre plantas	28,000	40 – 45 bultos
CRIOILLAS	1 m entre surcos – 30 cm entre plantas	33,000	25 – 30 bultos
SUPERIOR	1 m entre surcos – 35 cm entre plantas	28,000	40 – 45 bultos
VARIIDADES	1 m entre surcos – 35 cm entre plantas	28,000	40 – 45 bultos

Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

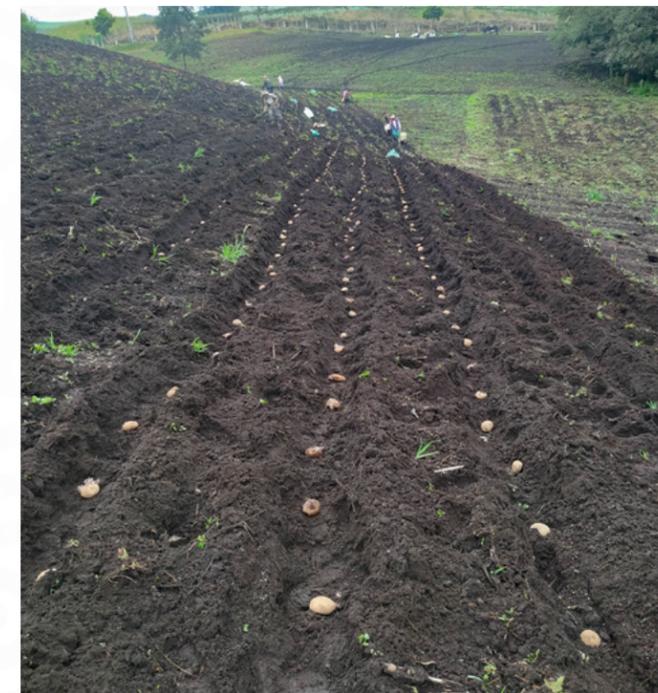
Para el proceso de siembra, en general se utilizan dos métodos, la siembra manual y la siembra por medio de sembradoras mecánicas.

La siembra manual corresponde a la apertura del surco por medio de herramientas como azadones o por medio de arados sencillos acoplados a animales; en este, se deposita la semilla a la distancia de siembra determinada y a una profundidad de aproximadamente 20 cm.

Para la desinfección de la semilla, se recomienda preparar una mezcla en un tanque de 200 litros con los productos a utilizar y se asperjan por medio de una lanza de una o más salidas y una motobomba estacionaria o bombas de espalda de 20 litros, cubriendo el tubérculo semilla y el suelo circundante; esta práctica no es ejecutada en muchas zonas paperas del país, sin embargo, luego de la creciente incidencia de patógenos de suelo, se recomienda hacerla.

Con base en el análisis de suelos del lote a sembrar, y según los requerimientos nutricionales (Tabla 10), se eligen los fertilizantes edáficos para su aplicación y el fraccionamiento de estos al momento de la siembra y el aporque (Tabla 11). Para la siembra, se recomienda aplicar el fertilizante en corona o alrededor de cada tubérculo semilla, esta labor se puede hacer manualmente garantizando así que durante el desarrollo radicular la planta pueda tomar los nutrientes necesarios para su desarrollo.

Imagen 28. Siembra Manual parcela Diacol Capiro



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Imagen 29. Siembra Convencional con Tracción Animal



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Imagen 30,31 y 32. Aplicación de fertilizante para desyerba en corona



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Una vez realizado el proceso de desinfección y de aplicación del fertilizante, se procede a cubrir la semilla con las mismas herramientas utilizadas para la apertura del surco.

En cuanto a la siembra por medio de implementos mecánicos, se utiliza una sembradora mecánica de uno o más surcos, la cual permite garantizar la densidad de siembra planteada (Tabla 8), este implemento, abre el surco por medio de un arado de vertedera en la parte inicial, posteriormente, deposita una semilla a la distancia requerida y previamente graduada, los discos en la parte final del implemento tapan el surco y la semilla simultáneamente. Existen sembradoras con abonadoras en la misma estructura que pueden incorporar el fertilizante a la par que se realiza la labor de siembra.

Imagen 33 y 34. Siembra mecánica.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

DESARROLLO DEL CULTIVO

Posterior a la siembra, uno de los puntos más críticos en el desarrollo del cultivo, es el manejo del recurso hídrico, ya que este factor incide en la velocidad de la germinación de las semillas, a mayor humedad en el suelo mayor porcentaje de germinación en un intervalo de tiempo más corto, también, provee el insumo necesario para el óptimo desarrollo del cultivo. En general, podemos diferenciar 5 etapas principales en el desarrollo del cultivo desde la germinación hasta la senescencia, cada una de estas definida y caracterizada por lo siguiente:

Etapa 1. Brotación

Abarca desde la siembra hasta la emisión de las primeras hojas, en esta etapa, el tubérculo semilla se hidrata por medio de la humedad del suelo y gracias a las reservas de almidón en la semilla, la planta comienza su desarrollo.

Imagen 35. Germinación de semillas



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Etapa 2. Crecimiento vegetativo

Dependiendo de la variedad, desde los 35 – a los 45 días después de emergencia (dde), el cultivo llega a 25% del área foliar, se adelantan labores culturales como desyerba, esta, se puede realizar de varias formas; por medio de herramientas como azadones, yuntas de bueyes con desyerbadoras de disco o en casos puntuales, tractores con desyerbadoras como implemento aperado a este.

De igual forma, y para poder tener un conocimiento del desarrollo general del cultivo es recomendable evaluar parámetros como:

- Porcentaje de emergencia del lote (85 a 95%).
- Número de tallos por planta (4 a 7 promedio).
- Emisión de estolones (sanidad y número).
- Tamaño y color de la raíz (sanidad y área).
- Grosor y vigor de la planta para general.

Imagen 36. Tractor con desyerbadora



Fuente: <http://solarconflict.com/sgu6VuTW3DQ.video+related>.

Imagen 37. Desyerba manual.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Etapa 3. Estolonización y tuberización

Dependiendo de la variedad, después de los 60 dds se alcanza un 60% o más del área foliar con sólo un 3% del peso seco total de los tubérculos a cosecha. Se evidencia en esta etapa una rápida diferenciación de los primeros tubérculos en el gancho del estolón que apenas llega a un máximo de 6% del máximo peso de los tubérculos alcanzado en la madurez del cultivo, de igual forma, se procede a hacer la labor de aporque, esta tiene como finalidad, levantar el surco para proveer una capa de suelo suficiente para el desarrollo del tubérculo y establecer una barrera mecánica que evite la entrada de insectos como gusano blanco y polilla guatemalteca al sistema radicular, esta práctica se puede realizar de igual forma a la desyerba.

Imagen 38 y 39. Planta en etapa tuberización y en llenado de tubérculos



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Al igual que en el crecimiento vegetativo y luego de monitoreos, se toma la decisión de aplicar productos para la protección del cultivo, y para tener un panorama del crecimiento y evolución del cultivo, podemos evaluar los siguientes parámetros.

- Número de tallos por planta (4 a 7 promedio)
- Desarrollo foliar (3 a 4 IAF)
- Tuberización (diámetro de tubérculos entre 2-4 cm)
- Deficiencias nutricionales (evaluación visual)
- Cateo de 10 plantas del lote.

Etapa 4. Floración

De esta etapa en adelante, aproximadamente a los 88 dds, la planta alcanza un 44% del peso de los tubérculos, incrementando paulatinamente el peso de estos alcanzando un 56% del peso final hacia los 102 dds.

Imagen 40. Cultivo en etapa de floración



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Etapa 5. Senescencia

Se presenta maduración, amarillamiento de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales; la mayor parte de la materia seca acumulada en la parte aérea de la planta, es trasladada a los tubérculos para su llenado y comienza a fijarse la epidermis al tubérculo. En esta fase de desarrollo, se recomienda ejecutar la evaluación de producción y rendimiento del cultivo. Con lo cual se desarrolla una actividad de cosecha de 10 plantas y se miden los siguientes parámetros:

- Número de tubérculos (25 a 35 por planta).
- Tamaño por calidades (80% en las calidades comerciales cero, gruesa y primera).
- Peso de los tubérculos por planta (1.5 a 2 kg).

- Evaluación fitosanitaria (Tecia solanivora, Premnotrypes vorax, Naupactus sp, Spongospora subterránea, Rhizoctonia solani, streptomyces).

Con esta información se procede a realizar el cálculo de rendimiento por hectárea esperado del lote, con sus respectivas calidades en porcentaje. También se puede programar el día de cosecha según la madurez fisiológica del tubérculo, donde se terminan de recolectar los datos de los tubérculos cosechados.

Imagen 41 y 42. Cateos para evaluación de producción



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

COSECHA

En general, en los departamentos productores de papa en Colombia, esta labor implica las siguientes actividades:

- Extracción del tubérculo del suelo por medio de herramientas como azadones y ganchos.
- Bloqueó, que significa reunir en un solo surco lo que se cosecha normalmente en tres surcos.
- Selección de la papa cosechada directamente sobre el surco donde está bloqueada.
- Empaque en bultos de 50 kg por tamaños estos tamaños son:
 - Cero (diámetro mayor a 9,0 cm).
 - Gruesa (diámetro entre 7 y 9 cm).
 - Pareja (diámetro entre 5 y 7 cm).
 - Tercera (diámetro entre 3 y 5 cm).
 - "Riche", que corresponde a los tubérculos de menor tamaño, junto con la papa que se rechaza por daño de insectos, y cualquier otro daño mecánico importante; estas por lo general se utilizan para la alimentación animal. (Núñez, C. 2011).

Imagen 43. Cosecha



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Tabla 9. Días para la cosecha según variedades.

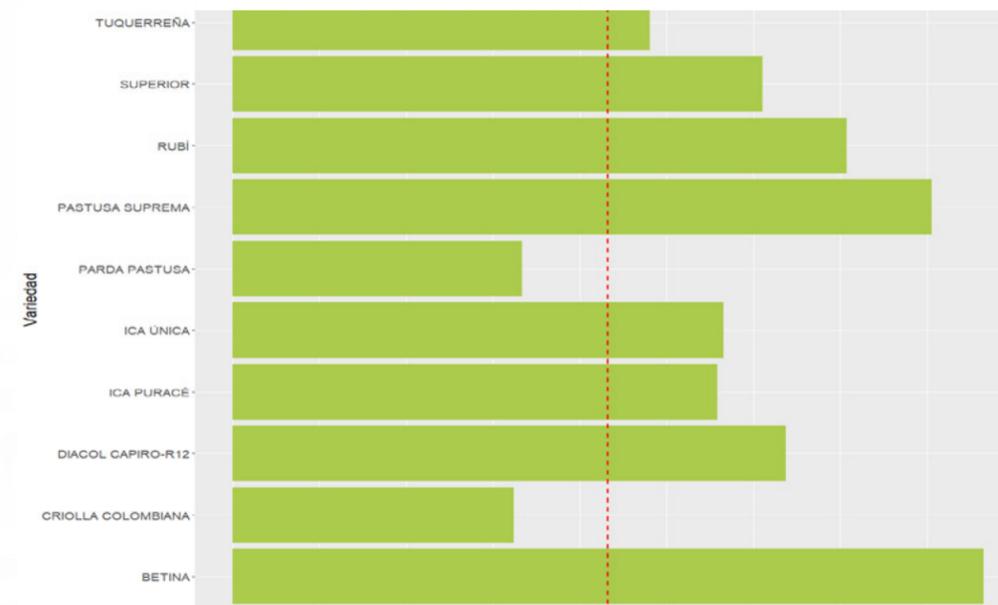
VARIEDAD	ADAPTACIÓN. m.s.n.m	DÍAS A COSECHA SEGÚN ALTURA	PROMEDIO PRODUCCIÓN (Ton/Ha)
BETINA	2300 - 3400	145 a 2600 m.s.n.m	> 40
DIACOL CAPIRO	1800 - 3200	165 a 2600 m.s.n.m	40
PARDA PASTUSA	2900 - 3400	> 180 a 2600 m.s.n.m	20 - 30
PASTUSA SUPREMA	2500 - 3200	165 a 2600 m.s.n.m	> 45
SUPERIOR	2400 - 3200	> 165 a 2600 m.s.n.m	35 - 45
RUBÍ	2800 - 3400	180 - 210 a 2800 m.s.n.m	> 50
TUQUERREÑA	> 2800	210 a 2800 m.s.n.m	20
CRIOLLA COLOMBIA	2400 - 3200	120 a 2600	15 - 25

Fuente: Adaptado de Núñez 2011. Variedades colombianas de papa.

RESULTADO DE PRODUCCIÓN DEL PROYECTO ITPA

Por medio del proyecto ITPA y los extensionistas distribuidos estratégicamente en las regiones productoras se entregan herramientas las cuales, por medio de la demostración de método de un cultivo de papa con las mejores prácticas agrícolas, buscan garantizar que las variables de rendimiento (número, tamaño y peso de tubérculo según la variedad) sean las mejores y buscar rendimientos por encima del promedio nacional de 21,9 Ton/Ha obteniendo hasta 40 Ton/Ha en las parcelas demostrativas (Gráfica 4). Los resultados obtenidos han servido como ejemplo a replicar en el manejo con las demás variedades aumentando así su rendimiento y calidad.

Gráfica 4. Rendimientos ponderados por variedad.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Los costos de producción de papa en Colombia están determinados por las diferentes características de las regiones productoras y de la variedad producida. En el análisis departamental, los costos de producción pueden variar principalmente por el valor del arriendo, así como en el costo del jornal y costo de insumos.

Tabla 10. Rendimientos y costos de producción promedio en las parcelas demostrativas

DEPARTAMENTO	PARCELA	VARIEDAD	COSTOS/HA	RENDIMIENTO TON/ HA	RENDIMIENTO COMERCIAL	COSTO KILO
CUNDINAMARCA	Núcleo	Diacol Capiro	\$20.200.842	44,3	40,3	456
	Testigo		\$16.916.708	32,3	27,4	524
	Núcleo	Pastusa	\$19.406.773	41,1	37,4	472
	Testigo		\$21.448.688	37,6	33,7	570
BOYACÁ	Núcleo	Diacol Capiro	\$15.442.404	30,9	26,8	500
	Testigo		\$18.410.582	22,8	18,9	807
	Núcleo	Pastusa	\$13.336.852	30,4	27,7	439
	Testigo		\$16.451.516	30,3	28,1	543
NARIÑO	Núcleo	Diacol Capiro	\$16.987.884	44,8	39,1	379
	Testigo		\$14.658.877	28,1	24,6	522
ANTIOQUIA	Núcleo	Diacol Capiro	\$16.630.293	32,4	31,5	518
	Testigo		\$18.650.241	30,6	29,1	609
OTROS**	Núcleo	Pastusa	\$17.892.266	30,6	28,3	585
	Testigo		\$20.403.105	33,5	31,5	609

El Costo Unitario kg Total (Ha) refleja el costo de producir cada kg de papa sin importar el tamaño ni la calidad obtenida. Asimismo, el Costo Unitario kg Comercial (Ha) refleja el costo por kg de producir papa de calidad por hectárea (Tabla 11), que será vendida a intermediarios, mayoristas, minoristas e industria para después ser comercializada.

En la tabla 11 se puede evidenciar que en los municipios de Nariño y Cundinamarca las parcelas demostrativas obtuvieron mejores resultados en el rendimiento del cultivo. Aunque los costos totales de producción de las parcelas demostrativas son más altos frente a las parcelas testigo, la producción fue considerablemente más alta en las demostrativas.

Nutrición Vegetal

Teniendo en cuenta la búsqueda de mejores rendimientos, y disminución en los costos de producción es necesario implementar un Plan Integral de Nutrición, con el objetivo de garantizar un aporte balanceado y adecuado de cada uno de los elementos, teniendo en cuenta su disponibilidad en el suelo, el requerimiento de la planta, momento adecuado de aplicación y la fuente a aplicar. Desde el punto de vista de la productividad agrícola, la nutrición mineral es uno de los factores más limitantes en el crecimiento y por lo tanto, es necesario el manejo óptimo de nutrientes y fertilización al sistema productivo de papa. Gomez, M.I. (2018)

El conocimiento de la nutrición mineral vegetal permite a la planta proporcionar el nutriente correcto, la cantidad necesaria, el lugar indicado y el momento oportuno para conseguir los óptimos fisiológicos en la producción y calidad de los cultivos en un entorno sostenible y rentable. Gomez, M.A. (2018)

La siguiente tabla nos muestra los requerimientos nutricionales en función de los rendimientos esperados.

Tabla 11. Requerimientos Nutricionales.

NUTRIENTE	EXTRACCIÓN	PRODUCCIÓN ESPERADA (Ton/Ha)		
		20	40	50
Nitrógeno (N)	(Kg/ha/cosecha)	120	210	300
Fósforo (P ₂ O ₅)		40	70	100
Potasio (K ₂ O)		250	430	600
Magnesio (Mg)	(g/ha/cosecha)	20	40	60
Azufre (S)		10	20	25
Zinc (Zn)		180	240	310
Boro (B)		180	120	180
Hierro (Fe)		600	715	800
Molibdeno (Mo)		1,5	2	25
Manganeso (Mn)		150	170	230
Cobre (Cu)		80	100	140

Fuente. Guerrero, R. 1988

Nitrógeno

El nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento y el desarrollo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Su disponibilidad en el suelo en dosis suficientes promueve la organogénesis y el control del crecimiento del follaje y favorece la producción de tubérculos de mayor tamaño. Sin embargo, la disponibilidad como resultado de la aplicación de N en dosis excesivas produce un retraso en la tuberización, un desarrollo excesivo de la parte aérea y un aumento de la concentración de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas. La deficiencia de Nitrógeno se va a ver reflejada en plantas de menor tamaño, una coloración verde amarillo y plantas débiles. Marouani, A., Harbeoui, Y. (2015)

Fósforo

Este macronutriente desempeña un importante papel metabólico en la respiración y fotosíntesis (fosforilación), en el almacenamiento y transferencia de energía (NAD, NADP y ATP) y en la división y crecimiento celular. El P se acumula en partes de la planta en crecimiento y en las semillas; es determinante para el desarrollo de las raíces y de los tejidos meristemáticos. En el caso de la papa, el fósforo promueve el crecimiento de las raíces y la rápida formación de tubérculos, por lo que es un elemento crítico en el periodo inicial de desarrollo de la planta y en la tuberización. Becerra. Navia. Núñez. 2007.

Potasio

Es el promotor de la translocación de carbohidratos y del incremento en la fotosíntesis, ya que, a mayores niveles de K, se incrementa la absorción de CO₂. Contribuye en la formación de la estructura de la planta, fortaleciendo los tejidos y confiriéndoles tolerancia a condiciones de estrés tales como heladas y/o sequía. Además, es el nutriente responsable del transporte de almidón, carbohidratos y fotoasimilados desde las hojas hacia los órganos de reserva (tubérculos) para el llenado o engrosamiento de los tubérculos; disminuye el contenido de azúcares reductores, aspectos importantes para el procesamiento industrial de la papa. Medina, E (2012).

Calcio

El calcio es un elemento fundamental para la estructura y variados procesos metabólicos de la planta. Es absor-

bido por las raíces desde la solución del suelo como ion Ca⁺⁺ y se mueve a través del flujo transpiratorio de forma ascendente hasta los distintos tejidos (brotes, yemas, etc.). El calcio es un elemento que tiene escasa movilidad por el floema, es decir que la translocación desde brotes u hojas hasta las raíces o tubérculos es casi nula, motivo por el que la aplicación del elemento vía suelo/riego es fundamental para abastecer a los tubérculos. En papa un adecuado aporte de calcio es crucial para un adecuado desarrollo, dado que mejorará la estructura celular, mejor estabilización de membranas, mejora la respuesta y equilibrio hormonal. La suma de todo lo anterior permite visualizar los siguientes efectos en la papa: Mejor estructura de planta, disminuye la incidencia de enfermedades, hay una mayor resistencia a deshidratación de tubérculos. La deficiencia de calcio se evidencia en el follaje con hojas o foliolos sin dividirse o con malformación, así como un entorchamiento de las hojas hacia arriba

Magnesio

Las plantas toman el Mg como catión Mg²⁺ desde la solución del suelo el cual está en equilibrio con el Mg cambiante. El suministro de este elemento a las plantas ocurre mediante transporte por flujo de masa siendo muy móvil dentro del floema y puede ser translocado desde las hojas más viejas a las más jóvenes o a los ápices.

El Mg cumple varias funciones vitales para la planta: 1) Es constituyente del núcleo central de la molécula de la clorofila y como tal elemento clave para la fotosíntesis. 2) Participa activamente en las transformaciones del nitrógeno. 3) Es necesario en la transferencia del fósforo en la planta. 4) Cada transformación o transporte de energía en la planta requiere del Mg. 5) Es esencial para la síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites.

Cuando el Mg es deficiente y la exportación de carbohidratos desde la fuente al vertedero es deteriorada hay una disminución en el contenido de almidón de los tejidos de almacenamiento tales como tubérculos de papa y en el peso de granos de los cereales. La translocación de Mg desde hojas maduras a jóvenes se aumenta lo que causa que los síntomas de deficiencias visuales típicamente aparecen inicialmente en las hojas maduras. Jiménez, F. (2017)

Azufre

El S es absorbido por las raíces en forma de SO₄²⁻; el transporte a larga distancia del sulfato ocurre principalmente en el xilema siendo muy móvil dentro de la planta

y se incorpora rápidamente en la estructura de los metabolitos. También puede absorberse por las hojas a través de los estomas en forma de dióxido de S gaseoso (SO₂). El S cumple varias funciones en la planta, siendo las principales: Constituyente de ciertos aminoácidos los cuales hacen parte de los bloques donde se forman las proteínas, estimula la asimilación del Nitrógeno y es constituyente de vitaminas y hormonas. La deficiencia comienza por las hojas jóvenes. Todas las hojas presentan un amarillamiento y son más pequeñas de lo normal. Las hojas más jóvenes son de un color amarillo brillante. El desarrollo productivo suele reducirse más que el crecimiento vegetativo y los tallos se tornan delgados. Jiménez, F. (2017)

Manganeso

Ayuda a la síntesis de la clorofila, presenta deficiencia en suelos alcalinos, es importante evitar los excesos porque causan grave fitotoxicidad, se requiere aplicar dosis bajas, las aplicaciones foliares son una alternativa para corregir la deficiencia de este elemento. FEDEPAPA-FNFP (2016)

Zinc

El zinc es un micronutriente esencial para las plantas y es requerido en pequeñas concentraciones para cumplir con varias funciones clave, incluyendo funciones en la membrana, fotosíntesis, síntesis proteica y de fitohormonas (auxina), vigor de la plántula, formación de azúcares y defensa contra factores de estrés abiótico (sequías) y contra enfermedades. La deficiencia de zinc causa enanismo, enrollamiento de las hojas hacia arriba, las cuales se vuelven además cloróticas y las hojas terminales adquieren una posición casi vertical. Delgado, L, (2015)

Boro

Interviene en la formación de proteínas y participa en la estabilidad de las membranas celulares. En el caso del cultivo de la papa su aplicación genera flexibilidad en los tallos evitando su quiebre y proporcionando respuestas positivas en conjunto con el Calcio ya que brindan una mejor estructura a los tejidos evitando las grietas de los tubérculos. La deficiencia de este elemento se refleja en plantas con tallos quebradizos y acortamiento de entrenudos y hojas jóvenes gruesas, las puntas se necrosan generando muerte descendente. FEDEPAPA-FNFP (2016)

Imagen 44. Ciclo fenológico del cultivo de papa y sus requerimientos nutricionales



Fuente: FNFP

Tabla 12. Requerimientos nutricionales según el estado fenológico de la planta de papa.

Brotación	Zn
Crecimiento vegetativo	K, N, P, Ca, B, Zn
Estolonización y Tuberización	K,P, Mg, Ca, Mn, B, Zn
Floración	K,Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo
Llenado y Maduración	K, P, B, Zn

Fuente. FNFP 2018

Tabla 13. Fraccionamiento de los nutrientes en el cultivo de papa al momento de la siembra y el aporque.

Nutrientes	Siembra (%)	Aporque (%)
Nitrógeno	0-50	0-50
Fósforo	80-100	20 - 0
Potasio	30-100	70 - 0
Magnesio	100	0
Azufre	0-100	100-50
Calcio	35 - 50	65 - 50
Boro	0-100	100-0
Cobre	0-100	100-0
Manganeso	0-100	100-0
Zinc	0-100	100-0

Fuente: FNFP 2018

Manejo Integrado De Plagas, Enfermedades Y Malezas

Las condiciones agroecológicas en las cuales se desarrolla el cultivo de papa en Colombia son muy variables, el establecimiento del cultivo se realiza desde los 2.000 hasta los 3.000 m.s.n.m., con temperaturas que varían desde los 5 a 18 °C con precipitaciones que van desde 500 a 1500 mm al año o más dependiendo si hay afectación por fenómenos climáticos los cuales determinan la presencia o ausencia de diferentes tipos de insectos, malezas y enfermedades, afectando el desarrollo, productividad y calidad del cultivo.

Los métodos de control varían según la zona, con los cuales se trata de disminuir el impacto ambiental con la implementación de métodos biológicos, mecánicos y culturales, cuando los niveles de afectación no pueden ser manejados con esta metodología la opción a seguir es el tratamiento químico, realizando una adecuada rotación de productos de baja y media toxicidad que sean amigables con el medio ambiente y controlen las problemáticas del cultivo.

PLAGAS DE LA PAPA

La papa pertenece a la familia de las solanáceas, está expuesta a diversos daños causados por insectos según en las condiciones agroecológicas en las que se encuentre el cultivo hay varias especies de insectos que causan daños de gran importancia económica en Colombia.

Tabla 14. Plagas registradas en papa con mayor impacto económico en Colombia.

PLAGAS DE LA PAPA	
SUELO/TUBÉRCULO	FOLLAJE
GUSANO BLANCO DE LA PAPA. <i>Premnotrypes vorax</i>	PULGUILLA <i>Epitrix cucumeris</i>
POLILLA GUATEMALTECA DE LA PAPA <i>Tecia solanivora</i>	TOSTÓN, MOSCO <i>Liriomyza quadrata</i>
TIROTEADOR <i>Naupactus</i> sp	MUQUES <i>Copitarsia consueta</i>
POLILLA PEQUEÑA O PALOMILLA <i>Phthorimaea operculella</i>	POLILLA PEQUEÑA O PALOMILLA <i>Phthorimaea operculella</i>
CHISA <i>Ancognatha scarabaeoides</i> , <i>Phylophaga obsoleta</i>	PARATRIOZA, PSÍLIDO DE LA PAPA <i>Bactericera cockerelli</i>

Polilla Guatemalteca De La Papa (Tecia Solanivora) Gusano Blanco (Premnotrypes Vorax)

Es un lepidóptero y se considera una de las plagas de mayor impacto económico en el cultivo por los daños que ocasiona en la calidad y cantidad de tubérculos atacados en condiciones de cultivo y de almacenamiento de papa destinada para consumo o para semilla Ramírez, et al. (2014).

Es una polilla nocturna y la que causa daños en los cultivos es la larva, la fuerte presión de daño de esta plaga se debe a su capacidad de adaptarse a condiciones climáticas adversas, siendo en épocas secas cuando se observa mayor presencia (incidencia y severidad) y su ciclo de vida se acorta en varios días por el efecto de calor. Las larvas penetran por heridas o por los ojos de la papa, se comen el tubérculo formando galerías y dejan excrementos que generan bacterias pudriéndose, las larvas en el último estado de crecimiento tienen unas coloraciones púrpuras con puntos oscuros en el dorso y forman una cámara con gránulos de tierra cuando van a pasar a adultos lo que hace difícil observar su presencia en el suelo, esta plaga se puede encontrar en papa almacenada y toyas de cultivos anteriores FEDEPAPA-FNFP (2016). El daño en los tubérculos puede ser ocasionado antes de la cosecha, especialmente en los tubérculos más cercanos a la superficie, porque la hembra se introduce por muy pequeñas hendiduras en el suelo, también se puede presentar en almacenamiento.

Imagen 45. Daño por larva de polilla guatemalteca.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Es un coleóptero caminador, se moviliza en la noche, puede llegar a caminar 3.000 metros buscando lotes nuevos, comida y parejas para reproducirse, tiene hábitos de andar en manada o en grupo, se comen las hojas bajas en forma de semicírculos por los bordes, su tamaño es de 5 mm y se ocultan perfectamente en los terrones del suelo por sus colores oscuros, el adulto puede ingresar a los lotes de cultivos desde áreas aledañas, las larvas comen la piel de la papa causando heridas superficiales que forman pequeños surcos, luego penetran y comen formando galerías (pero no dejan excrementos como la polilla guatemalteca), las larvas tienen forma de C, no tienen placa y son totalmente blancas con la cabeza marrón, los daños llegan a ser hasta el 100% si no se realiza un control a tiempo, las hembras colocan los huevos en la base de la planta en pequeños grupos, llegan a poner un total de 260 huevos en su ciclo, los adultos pueden permanecer más de 3 meses sin comer, esperando nuevas siembras y condiciones de humedad con presencia de alimento FE-DEPAPA-FNFP (2016).

El daño en los tubérculos puede ser ocasionado antes de la cosecha, especialmente en los tubérculos más cercanos a la superficie, porque la hembra se introduce por muy pequeñas hendiduras en el suelo, también se puede presentar en almacenamiento. Mecanismos de control: utilizar semilla certificada, realizar aporque alto, cosechar cuando se termine el periodo vegetativo, recolección de residuos de cosecha.

Imagen 46. Daño por larva de Gusano Blanco.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Pulguilla (Epitrix Cucumeris) Tostón (Liriomyza Quadrata)

Los adultos son pequeños cucarrones brillantes de color negro de 2 a 3 mm de longitud, atacan en el primer mes del cultivo, se alimentan de los cogollos y al expandirse la hoja se observan orificios de diferentes tamaños. Cuando la población es muy abundante y las plantas están recién emergidas, destruyen gran parte del área foliar y el cultivo sufre daños considerables; las hembras colocan sus huevos en el suelo, las larvas se alimentan de raicillas, estolones o de tubérculos y de las pupas emergen posteriormente los adultos, que inician un nuevo ciclo Ramírez, et al. (2014).

Imagen 47. Daño por adulto de pulguilla



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Es una pequeña mosca de color oscuro con puntos amarillos muy notorios encima de la base de las alas. Los huevos de tamaño microscópico son depositados en el interior del parénquima foliar; de ellos salen las larvas de color blanco cremoso, las cuales causan daño al alimentarse produciendo inicialmente minas en forma de serpentinadas y más tarde parches grandes que dan un aspecto clorótico al follaje; estos se secan como partes tostadas o quemazones en la hoja. Las condiciones de épocas secas prolongadas y fuertes facilitan el desarrollo de esta plaga, mientras que condiciones de humedad por efecto de lluvias o riego disminuyen la severidad de los ataques los cuales afectan desde la emergencia hasta el inicio de floración. Ramírez, et al. (2014).

Imagen 48 y 49. Adulto de Tostón y Minado daño por Tostón



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Chisas (Ancognatha Scarabaeoides, A. Ustulata, A. Vulgaris, Phyllophaga Obsoleta, Platycoclia Marginata, Podischnus Agenor Y Clavipalpus Ursibus)

Las larvas de este complejo de insectos del orden coleoptera, entre los que se reportan más de 50 especies de la familia Melolonthidae, afectando innumerables cultivos en papa las especies más comunes son Ancognatha scarabaeoides, A. ustulata, A. vulgaris, Phyllophaga obsoleta, Platycoclia marginata, Podischnus agenor y Clavipalpus ursibus, las larvas hacen grandes orificios en los tubérculos, completa su ciclo de vida entre los 12 a 18 meses, dependiendo de la especie y condiciones ambientales Ramírez, et al. (2014).

Los adultos de A. scarabaeoides son cucarrones de color negro brillante; las hembras depositan entre 200 y 300 huevos a 5 - 25 cm de profundidad del suelo. Los huevos son redondos ligeramente alargados, color blanco brillante, la larva del último instar es de color blanco sucio, con cabeza color café oscuro con cuerpo en forma de "C" y con tres pares de patas bien definidas, las pupas se encuentran en el suelo entre 70 y 100 cm de profundidad, donde permanecen unos cuatro meses hasta la llegada de nuevas lluvias, para dar origen nuevamente a los adultos, las condiciones favorables para el ataque son suelos con alto contenido de materia orgánica y épocas húmedas e inicios de épocas de lluvia. Ramírez, et al. (2014).



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Muques (*Copitarsia Consueta* Y *Peridroma Sp*)

Lepidóptera Noctuidae, es más notoria en épocas secas y atacan al cultivo en sus primeras etapas del desarrollo. Las larvas actúan como masticadores de follaje, trozadores de tallos y ramas, las larvas pasan por 5 o 6 instares, se diferencian entre sí, porque las de *Copitarsia* son de color verde con líneas blancas, pintas rosadas y miden 35 mm, mientras que las de *peridroma* son de color pardo oscuro con triángulos negros; en la cabeza tienen una marca negra en forma de M y alcanzan 40 mm de longitud, la duración promedio del ciclo de vida de huevo a adulto es de 62,6 días para *C. consueta* y de 70,5 para *peridroma* es decir que durante el periodo vegetativo del cultivo se pueden presentar tres generaciones del insecto. Ramírez, et al. (2014).

Imagen 52. Larva de Muques



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Áfidos O Pulgones (*Myzus Persicae* Y *Macrosiphum Euphorbiae*)

Son insectos polívoros y atacan la mayoría de cultivos incluyendo papa, al alimentarse de los tallos de las plantas recién emergidas en horas de la noche, causan el daño sobre o cerca de la superficie del suelo, retrasando el normal desarrollo o causando deformaciones amarillamientos o agallas. Los áfidos pasan por adultos, huevos y ninfas: El adulto mide unos 2mm de longitud; su coloración es verde amarillento a parda; su aparato bucal tiene un estilete que le sirve para succionar savia, tienen generaciones superpuestas en muy corto tiempo, favorecidas por vientos que los ayudan a dispersarse, en épocas secas, presencia de plantas hospederas, y una fertilización elevada en nitrógeno. Ramírez, et al. (2014).

Es recomendable realizar la instalación de trampas cromáticas de color amarillo para control y disminución de poblaciones en el cultivo, la eliminación de toyas, malezas y plantas hospederas, especialmente de flores amarillas, cuando la afectación se presenta terminando el ciclo del cultivo se debe realizar corte del follaje o desecarlo para evitar el aumento de las poblaciones.

Imagen 53. Áfidos adultos



Tiroteador (*Naupactus Sp.*)

Son variadas las circunstancias que influyen para que el *Naupactus sp.* Es una plaga de importancia económica en el cultivo de papa. El insecto se presenta como consecuencia del deterioro de los agroecosistemas por la tala indiscriminada de bosques, el uso de pesticidas especialmente herbicidas, y la utilización de prácticas inadecuadas en el cultivo.

El ciclo de vida del insecto es aproximadamente 500 días, dura en estado de larva 270 días, razón por la cual es un insecto de difícil manejo, las poblaciones se incrementan durante el verano, la larva al igual que el adulto causan daños en la planta las larvas sus daños son en roeduras circulares y superficiales que dañan la calidad del tubérculo, el adulto causa roeduras en forma de semiluna en el follaje, en el cultivo de la papa se han encontrado larvas atacando desde tuberización hasta cosecha. Puentes, J. (2016).

Los adultos de este insecto son de hábitos nocturnos, durante el día permanecen protegidos debajo de los terrones y junto a las plantas, se encuentra especialmente donde existan leguminosas como kikuyo, lengua de vaca y guasca, además es un insecto polívoros. Saenz, A.A. (2013).

Imagen 54 y 55. Adulto Tiroteador y daño por Larva



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Polilla De La Papa (*Phthorimaea Operculella*)

Es un lepidóptero, la larva perfora la superficie de la hoja e ingresa al parénquima donde realiza galerías, lo cual reduce el área fotosintética y la eficiencia de la planta, el daño más grave lo produce en los tubérculos ya que el insecto adulto coloca los huevos en los ojos de los tubérculos y al eclosionar los huevos las larvas inician la perforación y formación de túneles en el interior del mismo, contaminándolo con excrementos y haciendo daños graves. El daño en los tubérculos puede ser ocasionado antes de la cosecha, especialmente en los tubérculos más cercanos a la superficie, porque la hembra se introduce por muy pequeñas hendiduras en el suelo, también se puede presentar en almacenamiento. Mecanismos de control: utilizar semilla certificada, realizar aporque alto, cosechar cuando se termine el periodo vegetativo, recolección de residuos de cosecha. Larrain, P. (2003)

Imagen 56. Adulto de Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)



Fuente: www.sembrar100.com

Nematodo Dorado (*Globo-dera Pallida*)

Los nematodos fitoparásitos son vermiformes (forma de gusano) semejantes a hilos con un tamaño que oscila entre 0,25 mm a 1 mm de longitud, son organismos provenientes de la tierra. Las plagas no infectan los tubérculos de la papa. En cambio, infectan las raíces, donde las hembras se sujetan, alimentan y se vuelven sedentarias. Los nematodos se reproducen sexualmente. Las hembras forman quistes que contienen de 200 a 600 huevos. Los quistes pueden quedar en estado de latencia hasta 30 años, mientras que los huevos retenidos permanecen viables. Un gran número de nematodos producen marchitez, retrasan el crecimiento, provocan un mal desarrollo de la raíz y causan la muerte temprana de las plantas. USDA., (2015).

Imagen 57. Nematodo de la papa



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Paratrioza (*Bactericera Cockerelli Sulc.*)

Hemiptera, Triozidae Insecto chupador que se alimenta de la savia de las plantas, que ataca al momento de alimentarse tanto los adultos como las ninfas e inyectan una toxina que produce amarillamiento y encrespamiento de las hojas y además transmite el Calso (*Candidatus liberibacter solanacearum*) que causa punta morada y que el psílido lleva en el interior de su cuerpo. El psílido de la papa tiene tres etapas de desarrollo, huevos, ninfa y adulto.

Su ciclo de vida inicia en ovipostura, los huevos son de forma ovoide, color anaranjado y corion brillante, presenta en uno de sus extremos un filamento, estos son depositados por separado, principalmente en el envés de las hojas, en el borde, el tamaño es de 0.3 mm de longitud. Las ninfas, pasan por cinco estadios ninfales, de forma oval aplanados dorsoventralmente, con ojos bien definidos, el perímetro del cuerpo presenta filamentos cerosos, lo cual forman un halo alrededor del cuerpo, tamaño 0.4-1.65 mm de longitud.

Los adultos miden aproximadamente 2.8-3.0 mm de largo, la principal característica para diferenciarlos son las bandas blancas, una horizontal en la base, una longitudinal y otra al extremo del abdomen (en forma de V invertida), sobre el cuerpo negro del insecto, las alas son transparentes, con una longitud aproximada de 1.5 veces el largo de su cuerpo se asemeja a una chicharra diminuta. La hembra adulta puede ovipositar en promedio 500 huevos, los machos pueden vivir un promedio de 20 días, mientras que las hembras de 60 días. Cuesta X., et al. (2021).

Se recomienda realizar monitoreo oportuno y permanente, desde la emergencia del cultivo hasta el final del ciclo del cultivo, identificar oportunamente el vector, evitar la movilización de material vegetal con presencia de insectos, eliminar oportunamente los residuos de cosecha. Implementar el uso de trampas amarillas en la periferia del cultivo, ubicadas al tercio medio de la planta Cuesta X., et al. (2021). Además de utilizar plaguicidas de síntesis química con registro ICA, para el manejo de insectos picadores - chupadores.

Imagen 58,59 y 60. Adulto de *B.cockerelli* y Ninfas de *B.cockerelli*.

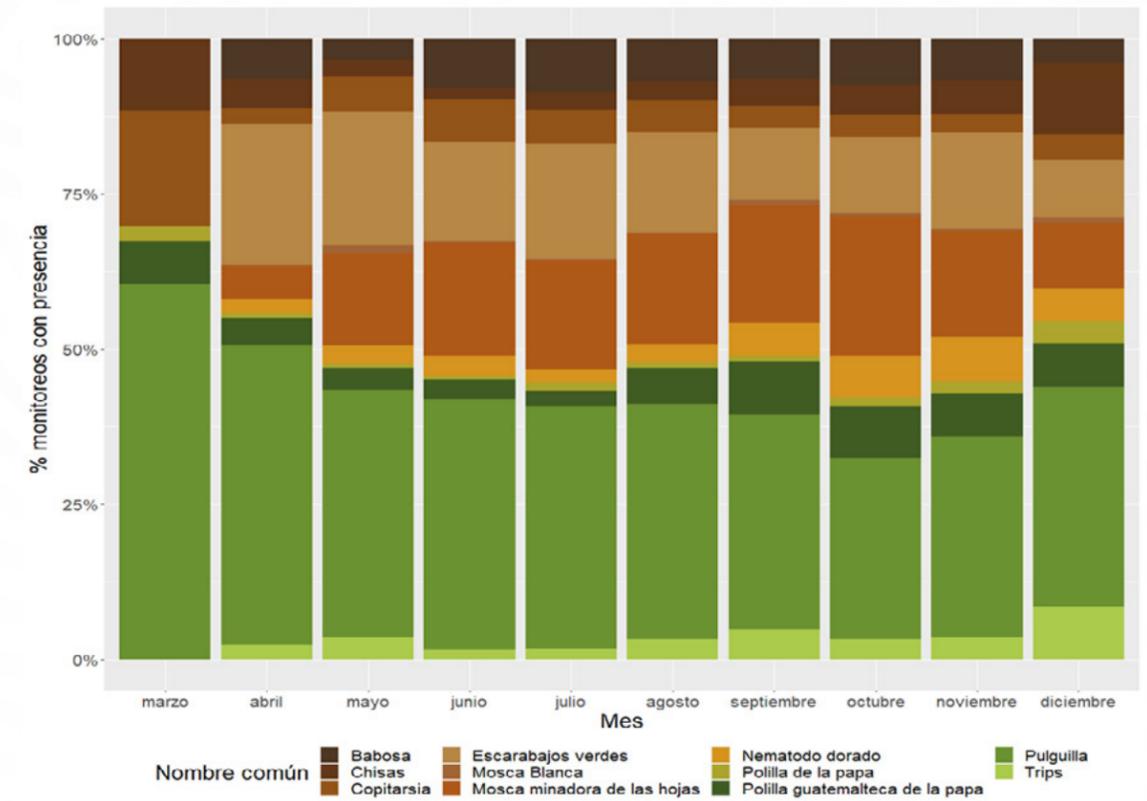


Fuente: Oswal Estrada

MONITOREO Y SEGUIMIENTO PLATAFORMA SIMA

En el proyecto técnico de Implementación de Tecnologías mediante la Extensión Rural en el Sector Productivo Papa - ITPA, se realizó la asistencia técnica rural directa a 1.040 productores, 2.730 visitas y la adquisición de la plataforma de Sistema Integrado de Monitoreo Agrícola SIMA, que registra en tiempo real el avance del proyecto finca a finca y consolida reportes de áreas, visitas y manejos agronómicos detallados.

Gráfica 5. Principales Adversidades de monitoreo de insectos



Los seguimientos realizados para plagas, enfermedades y malezas mediante la plataforma SIMA por cada uno de los extensionistas a los productores vinculados a los proyectos, nos permiten tomar acciones preventivas y contribuir a mejorar las condiciones de cultivo. Resultados obtenidos de los monitoreos del año 2020 nos permitieron identificar los meses con mayor presencia de insectos en los cultivos, el mes con menor incidencia es abril para polilla, pero para el mismo mes encontramos alta presencia de Copitarsia en los cultivos a los que se hace seguimiento. También se puede observar que las plagas con mayor presencia durante el ciclo de la papa son Trozador, Tostón o mosca minadora de las hojas, Polilla, Gusano blanco o Escarabajos verdes.

ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE LA PAPA		
HONGOS	BACTERIA	VIRUS
Gota o Tizón Tardío <i>Phytophthora infestans</i>	Pata Negra <i>Erwinia Carotovora f. sp. Atroseptica</i>	Virus del Amarillamiento de las venas (PYVV)
Tizon Temprano <i>Alternaria Solani</i>	Pudrición Blanda <i>Erwinia Carotovora f. sp. carotovora</i>	Mop-Top (PMTV)
Roya común <i>Puccinia pittieriana</i>	Marchitez bacteriana o Dormidera <i>Ralstonia solanacearum</i>	Virus del Enrollamiento de las hojas (PLRV)
Cenicilla o Mildeo Polvoso <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Sarna Común <i>Streptomyces Scabiei</i>	Virus S (PVS)
Rhizoctonia <i>Rhizoctonia solani</i>	Punta Morada <i>Candidatus Liberibacter</i> y <i>fitoplasma</i>	virus X (PVX)
Mortaja blanca o palomillo <i>Rosellinia sp</i>		
Roña Polvosa <i>Spongospora subterranea</i>		
Marchitez Temprana <i>Verticillium albo-atrum</i>		
Podredumbre <i>Fusarium sp</i>		
Carbón de la papa <i>Thecaphora Solani</i>		

Gota (*Phytophthora Infestans*)

La enfermedad está favorecida por la presencia de cultivos de papa de diferentes estados de crecimiento, uso de variedades susceptibles, humedad relativa alta, bajas temperaturas, encharcamientos, altas densidades de siembra, excesos de fertilización nitrogenada y lluvias permanentes en cualquier fase de desarrollo del cultivo. En Hojas: La enfermedad se inicia mostrando pequeñas manchas irregulares de color verde pálido a verde oscuro. En condiciones ambientales optimas de temperatura (12-15 °C) y de humedad relativa (80%), estas pequeñas manchas irregulares que se desarrollan generalmente en los bordes y en la punta de las hojas crecen rápidamente, dando lugar a lesiones grandes de color marrón a negro, rodeadas de un círculo amarillento. Si la presencia de la enfermedad es alta en una determinada zona se pueden presentar varias manchas en una misma hoja debido a diferentes puntos de infección, los cuales al desarrollarse se unen y abarcan toda la superficie de la hoja hasta oca-

sionar la muerte. Posteriormente, las hojas mueren entre los 10 y 15 días; cuando esto ocurre las pérdidas pueden ser totales, en cambio cuando la presión del oomyceto es baja las manchas son escasas y grandes. FEDEPAPA-FNFP. (2016).

En Tallos: Los síntomas se presentan como lesiones oscuras continuas, ubicadas generalmente en el tercio medio o superior de la planta y alcanzan en algunos casos más de 10 cm de largo. Estas lesiones son frágiles y de consistencia vidriosa los tallos se quiebran fácilmente con la fuerza del viento o contacto con las personas que transitan por el campo en las labores culturales.

En Tubérculos: En la parte externa de los tubérculos infectados se observan depresiones muy superficiales e irregulares, de tamaño variable y de consistencia dura al hacer un ligero raspado, debajo de la piel es de color marrón en los tubérculos afectados que aparentemente se muestran sanos al momento del almacenamiento la enfermedad se desarrolla lentamente. FEDEPAPA-FNFP. (2016).v

Imagen 61 y 62. Gota en follaje



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Tizón Temprano. (*Alternaria Solani*)

El síntoma característico en hojas son manchas circulares de color café, rodeadas por un halo clorótico que no sobrepasa las nervaduras de las hojas. A medida que aumenta la lesión se pueden observar anillos concéntricos, que se pueden expandir entre 0,5 y 2 cm de diámetro dependiendo de las condiciones ambientales y la susceptibilidad varietal. Bajo condiciones de sequedad, el tejido afectado se agrieta, dejando perforaciones en las hojas. FEDEPAPA-FNFP. (2016).

En casos severos esta enfermedad puede generar enroscamiento de hojas, necrosis y defoliación; pero si las condiciones ambientales son de alta humedad, las hojas se secarán permaneciendo unidas a los tallos. En tubérculos, las lesiones son de color oscuro y se distribuyen de forma irregular sobre la superficie, proyectándose hacia el interior con una apariencia seca y dura. FEDEPAPA-FNFP. (2016).

Imagen 63 y 64. Alternaria en follaje



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Rhizoctonia (*Rhizoctonia Solani*)

Es un hongo natural del suelo, con gran cantidad de hospederos y posibilidades de sobrevivir en los residuos vegetales. En el cultivo de papa la enfermedad causa lesiones en raíces, tallos y tubérculos, disminuyendo la calidad y el rendimiento. El patógeno se desarrolla bien en suelos húmedos y ácidos, en temperaturas bajas sobrevive varios años por medio de sus esclerocios. Ramírez, et al. (2014).

Se dispersa con la ayuda de lluvia, riego, labranza, uso de semilla infectada y deposiciones de ganado alimentado con tubérculos enfermos. En la parte aérea se puede presentar encrespamiento el ápice, enrollamiento de las hojas hacia arriba, pigmentación púrpura en folíolos terminales, formación de tubérculos aéreos, debilitamiento de la planta, enanismo, amarillamiento, floración y maduración temprana. Ramírez, et al. (2014).

Los brotes se necrosan cuando el cultivo emerge; se presentan chancros en tallos subterráneos con estrangulamientos que generan volcamiento y muerte de la planta; el sistema radical se reduce y forman esclerocios duros e irregulares en la superficie de tubérculos sin dañar la piel; la enfermedad en ocasiones deforma los tubérculos. Ramírez, et al. (2014).

La temperatura óptima es de 18°C, favoreciendo condiciones de alta humedad de suelo y ambiente. Sus rangos mínimos y máximos de temperatura son de 8 y 35°C respectivamente. Se encuentra en la mayoría de los suelos, y se puede transmitir fácilmente a través del agua de riego, suelo infectado y tubérculos enfermos.

Imagen 65 y 66. Rhizoctonia



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Verticilliosis (Verticillium Spp.)

El principal síntoma de la enfermedad es la muerte temprana de hojas y tallos, aproximadamente a los 60 a 90 días después de plantados. En el campo se pueden observar parches o zonas irregulares, donde el cultivo se encuentra afectado, sobre todo en zonas con suelos mal drenados.

Hojas: generalmente las hojas inferiores son las primeras en verse afectadas. Las áreas entre las venas de las hojas suelen tomar un tono amarillento, clorótico, para luego tornarse marrón. Algunas veces, el marchitamiento disminuye en las horas de la noche o en días frescos o húmedos.

Tallos: se produce una muerte temprana de tallos. Es muy típico observar marchitez solo en uno o algunos de los tallos y hojas de la planta, sobre todo en días de alta temperatura o ventosos. Al hacer un corte en los tallos marchitos se puede observar una decoloración café en los haces vasculares.

Tubérculos: los tubérculos provenientes de plantas infectadas presentan una decoloración vascular en forma de anillos, especialmente en la zona de inserción del estolón. La enfermedad tiende a ser más severa durante el llenado y las plantas afectadas forman tubérculos pequeños lo cual disminuye la calidad de la producción. Gomez, S., (2020).

Raíces: no es frecuente observar síntomas de esta enfermedad en raíces, sin embargo, en algunos casos se puede ver cierta decoloración en el tejido vascular.

Estolones: típicamente se puede observar una decoloración marrón a marrón oscuro en los haces vasculares.

Temperaturas de suelo entre 16 y 27°C favorecen la enfermedad. Otros organismos del suelo como nematodos, incrementan la incidencia y severidad de Verticillium spp.

Estolones: típicamente se puede observar una decoloración marrón a marrón oscuro en los haces vasculares.

Temperaturas de suelo entre 16 y 27°C favorecen la enfermedad. Otros organismos del suelo como nematodos, incrementan la incidencia y severidad de Verticillium spp.

Imagen 67. Verticillium en follaje



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Mildeo Polvoso (Erysiphe Cichoracearum)

El hongo causa manchas alargadas de color castaño claro de 0,5 a 2 mm de longitud en tallos y peciolo, que a menudo se unen para formar áreas más grandes, húmedas y ennegrecidas. Inicialmente, se presentan un polvillo pulverulento de color en las hojas luego se van oscureciendo. Las esporas del hongo son transportadas por el viento; la esporulación inicialmente se desarrolla en el envés de las hojas a manera de polvo de color plomizo y posteriormente se disemina hacia el haz; las hojas se necrosan y se caen dejando únicamente el follaje de la parte superior de los tallos que toman la apariencia de roseta. Ramírez, et al. (2014).

Algunas condiciones favorecen la incidencia de la enfermedad, como suelos con altos contenidos de materia orgánica, suelos que han sido desmontados de bosques o con mal drenaje y de textura arcillosa, ácidos y con presencia de malezas que le sirven como hospedantes, tal como lengua de vaca, gualola y bleado, adicionalmente el hongo logra sobrevivir en residuos de cosecha y en otros materiales en proceso de descomposición. Una vez identificado el foco de la enfermedad es indispensable marcar el sitio y evitar la siembra de papa, pasto azul, remolacha, perejil, arveja, frijol, maíz, haba o zanahoria que son plantas susceptibles a daños por este patógeno.

Imagen 68. Mildeo polvoso en follaje



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Sarna Común, Manchado O Caratoseo (Streptomyces Scabiei)

Esta enfermedad bacteriana se presenta en la superficie de los tubérculos, causando lesiones con apariencia de pústulas corchosas, abiertas, de más de un centímetro de diámetro y cinco milímetros de profundidad en las variedades susceptibles. En variedades de papa con algún grado de resistencia, la epidermis aparece reticulada o "casposa", como se le denomina comúnmente. El patógeno se multiplica en la cáscara de la papa, donde produce muchas estructuras infecciosas, las cuales sobreviven en el suelo y se diseminan por tubérculos infectados y por estiércol de animales, afectan la calidad, pero no el rendimiento. FEDEPAPA-FNFP. (2016).

Las condiciones óptimas para su desarrollo son temperaturas de 20 a 22°C, produciéndose más lentamente a temperaturas de 11 a 13°C y 30°C. Estas bacterias sobreviven indefinidamente en suelos infestados como sa-prófito, trasladándose a otro suelo a partir de tubérculos infectados, donde infectan nuevos tubérculos dispersándose por el suelo o guano que tenían adherido.

Imagen 69. Sarna común en Tubérculo



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Roña Polvosa Spongospora Subterránea

La roña polvosa es una enfermedad que se encuentra distribuida en casi todas las regiones productoras de papa del mundo, originando pérdidas en tubérculos para consumo y semilla (Wale, 2000). La enfermedad afecta las raíces, estolones y tubérculos de las plantas afectadas. Las raíces de plantas enfermas presentan agallas o tumores con forma irregular de menos de 1,5 cm de tamaño, en las primeras etapas estas lesiones son de color blanquecino y tienden a tornarse oscuras conforme se van madurando, lo cual se relaciona con el color de las

estructuras de resistencia (Harrison et al., 1997). La enfermedad tiene un alto nivel de infección en las raíces por lo cual causa una disminución en la absorción de agua y nutrientes debido a que estados avanzados las raíces se desintegran para liberar estructuras de resistencia al suelo.

Imagen 70 y 71. Roña Polvosa de la papa



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Carbón De La Papa. (*Thecaphora Solani*)

Los síntomas se presentan a nivel de tubérculos y sólo se detectan en la época de cosecha, según Consorcio Papa Chile, (2016) esta enfermedad se caracteriza por el desarrollo de tumores o agallas en brotes, tallos subterráneos, estolones y tubérculos. En el interior de las agallas se aprecia un tejido con profusas áreas con estrías y puntos de color café oscuro a negro de apariencia carbonosa, que corresponden a las estructuras que contienen las esporas del hongo y de donde deriva el nombre de la enfermedad. Medina, C. (2017)

Imagen 72. Carbón de la papa



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Pudrición Blanda O Erwinia (*Pectobacterium Spp.*)

Los síntomas ocasionados de la enfermedad se presentan en cualquier estado de desarrollo de la planta, especialmente después del aporque. Los tallos de plantas afectadas muestran una pudrición típica que tienen una apariencia de melanina o pigmento negro en la base de la planta; el daño puede acabar todo el tallo o estar localizado a unos cuantos centímetros de la base y tiene olor desagradable característico; las plantas afectadas detienen su desarrollo y son de crecimiento erecto, el follaje se vuelve clorótico; los folíolos inicialmente tienden a enrollarse con los márgenes laterales hacia arriba, luego se marchitan y mueren. En climas húmedos la parte afectada toma consistencia blanda y se puede extender a toda la planta. Ramírez, et al. (2014).

El inóculo primario se encuentra sobre o dentro de la semilla, después de la siembra el tubérculo madre se va deteriorando durante el desarrollo de la planta, liberando hacia el suelo gran cantidad de bacterias, condición favorable para la infección de otras plantas, las bacterias se pueden multiplicar y persistir en la rizosfera de la planta hospedante en desarrollo y posiblemente en la de algunas malezas, pudiendo moverse por medio del agua e infectar los tubérculos de plantas vecinas; la bacteria persiste en el suelo por periodos cortos, pero una supervivencia más larga depende de las condiciones de temperatura y humedad en el suelo. Ramírez, et al. (2014).

Imagen 73. Pata Negra



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Virus De Amarillamiento De Las Venas (*Potato Yellow Vein Virus (PYVV)*)

Este virus es transmitido por la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) cuando se alimenta en una planta de papa enferma con amarillamiento y luego vuela y se alimenta en una planta sana, el PYVV afecta las plantas de papa que toman un color amarillo y las venas secundarias mientras las venas principales permanecen verdes, luego el amarillamiento abarca todo el foliolo, aunque también pueden haber plantas que no presenten amarillamiento pero que porten el virus, se puede encontrar en forma asintomática en algunas malezas como el barbasco, lengua de vaca, corazón herido, ruda amarilla y vinca, El mayor ataque se presenta en épocas secas cuando la mosca blanca es más activa. Ramírez, et al. (2014).

Imagen 74. Virus del Amarillamiento.



Fuente Proyecto ITPA FNFP.

Mortaja Blanca O Palomillo (*Rosellinia Sp*)

Esta enfermedad predomina en suelos ricos en materia orgánica, muy ácidos y muy húmedos. En la planta la podemos identificar con síntomas como debilidad en el follaje que posteriormente con el avance de la enfermedad producirá la muerte de esta, en el tallo y tubérculos se presenta una masa blanca algodonosa propia del desarrollo del micelio. Su diseminación se da a través de semilla previamente contaminada, uso de maquinaria o elementos contaminados. ICA. (2013)

Imagen 75. Mortaja Blanca



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Roya De La Papa (*Puccinia Pittieriana*)

Manchas blanco verdosas que luego se transforman en pústulas. Al inicio, estas pústulas son anaranjadas y luego presentan un color café oscuro. En las pústulas se puede ver un polvillo de color rojizo que son las esporas que diseminan la enfermedad. Estas manchas y pústulas aparecen principalmente en el envés de las hojas inferiores. También se presentan en tallos, flores, pecíolos y frutos. Montesdeoca, F. (2013)

Imagen 76. Roya de la papa



Fuente Proyecto ITPA FNFP

Punta Morada (PMP) Y El Zebra Chip (ZC) De La Papa

Enfermedades causadas por fitoplasmas y *Candidatus Liberibacter solanacearum*, que son bacterias que infectan y dañan los haces vasculares del floema de las plantas generalmente son transmitidas por el insecto *Bactericera cockerelli* sulc. y por material vegetal (principalmente tubérculo semilla). ICA (2021).

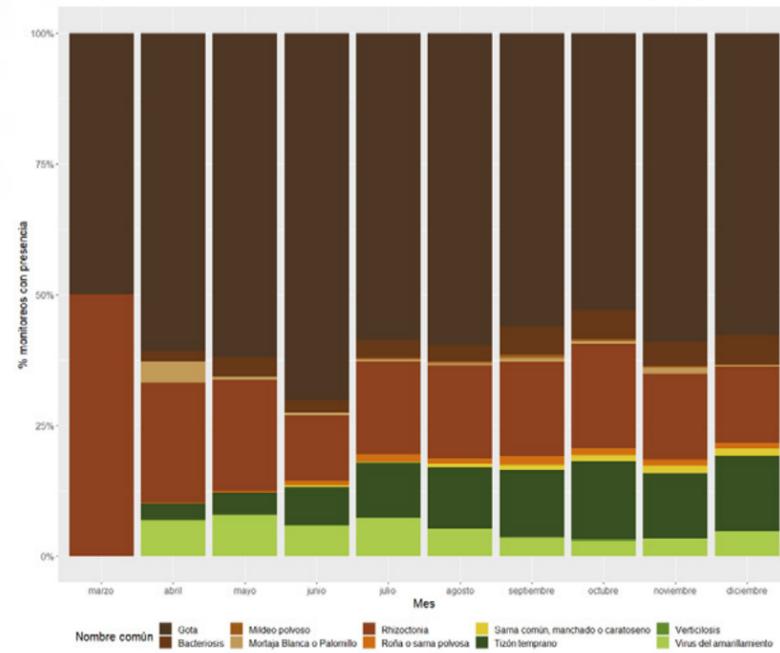
Los síntomas son: enrollamiento de hojas con coloraciones amarillo púrpura, proliferación de brotes y presencia de tubérculos aéreos, situados en la parte superior de la planta, enanismo de la planta y retraso en el crecimiento, tubérculos de menor tamaño con presencia de manchas pardas características en su interior.

En cultivos afectados se han reportado pérdidas entre el 10-100% en el rendimiento del cultivo. Se recomienda identificar oportunamente la presencia de los síntomas de la enfermedad y posibles insecto vectores, evitar la movilización de material vegetal con sospecha de presencia de insectos vectores, elimine oportunamente los residuos de cosecha de predios con síntomas sospechosos a la enfermedad o insectos, evitar la movilización de cuadrillas de personal de áreas con sospecha de presencia del vector, implementar estrategias de manejo como el uso de trampas amarillas en la periferia del cultivo. Cuesta X., et al. (2021)



Fuente Proyecto ITPA FNFP

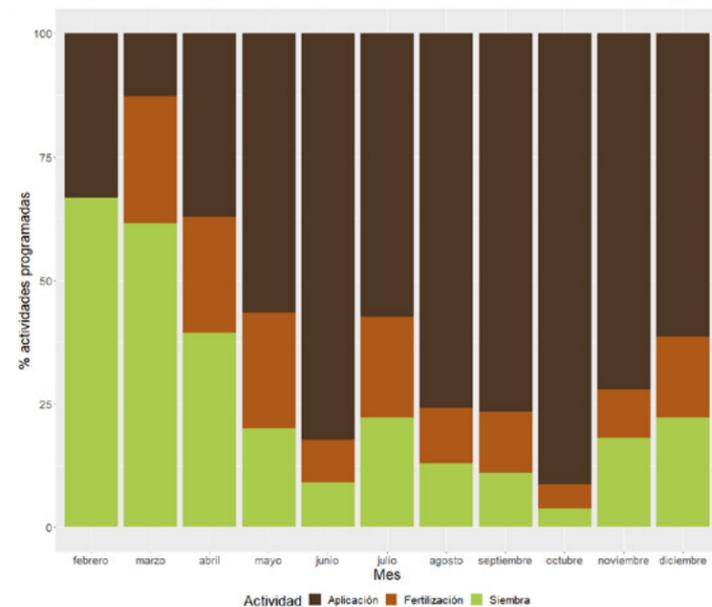
Gráfica 6. Principales Adversidades en monitoreos de Enfermedades



A nivel general la plataforma permite generar alertas en las zonas según la incidencia que reportan los extensionistas en cada visita, en este caso observamos que durante el año 2020 la enfermedad que estuvo presente en un mayor porcentaje fue Gota, Rhizoctonia y Alternaria.

Con los monitoreos en los diferentes cultivos, se determina que el mes de abril es el de mayor presencia reportada de gota con un porcentaje cercano al 75%, contrario a los meses siguientes en donde se mantiene por debajo del 45%. Esta información puede permitir tener medidas de manejo acertadas en futuros ciclos de producción.

Gráfica 7. Principales Actividades de monitoreo Realizadas por mes



Según la gráfica 7 las actividades iniciales reportadas en la plataforma son órdenes de fertilización las cuales llevan la información del manejo nutricional y de desinfección para una adecuada siembra, una vez se da el desarrollo de la planta se incrementan los monitoreos y en paralelo las órdenes de aplicación, que resultan como recomendación del extensionista para el manejo de la plaga o enfermedad presente. Finalizado el ciclo de la planta la actividad a realizar es el avance de cosecha, allí se emiten los resultados de producción y rendimiento obtenidos.

Como resultado de las visitas de extensión rural realizadas en campo tenemos información real de momentos de siembra, picos de plagas, enfermedades y cosechas que permiten estar en cada momento fenológico del cultivo brindando extensión rural. Los datos de siembra y cosecha de los productores asistidos permiten estimar épocas de cosechas, próximas siembras, área sembrada, variedad sembrada, así como determinar qué plagas y enfermedades tienen mayor afectación en el cultivo y cómo mitigar su daño en estas.

Tabla 16. Malezas de la papa.

MALEZAS FRECUENTES EN CULTIVO DE PAPA				
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NIVEL DE PERSISTENCIA	AGRESIVIDAD	TIPO DE REPRODUCCIÓN
<i>Poa annua</i>	pasto Azul	Media	Alta	semillas
<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Media	Baja	semillas
<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	Alta	Alta	semillas- estolones
<i>Polygonum nepalense</i>	Corazón herido	Alta	Alta	semillas-estolones
<i>Senecio Vulgaris</i>	Guasca	Baja	Baja	semillas
<i>Malva Parviflora</i>	Malva Morada	Media	Media	semillas
<i>Urocarpisium limense</i>	Malva blanca	Media	Media	semillas
<i>Sonchus Oleraceus</i>	Cerraja	Baja	Baja	semillas
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Kikuyo	Alta	Alta	semillas
<i>Brassica rapa</i>	Nabo silvestre	Alta	Media	semillas
<i>Polygonum segetum Kunth</i>	Gualola	Media	Alta	semillas
<i>Amaranthus dubius Mar.</i>	Bledo	Alta	Alta	semillas
<i>Polygonum Hydropiperoides Michy</i>	Barbasco	Media	Media	semillas-rizoma
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsa de pastor	Media	Alta	semillas
<i>Urtica urens</i>	Ortiga	Media	Baja	semillas
<i>Silene gallica</i>	Calabacilla	Media	Media	semillas
<i>Avena fatua L.</i>	Avena negra	Media	Alta	semillas

Fuente: AGROSAVIA

Manejo Integrado De Plagas Y Enfermedades (MIPE) Y Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

El MIPE es el Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades, es un proceso en el que se integran las medidas apropiadas para disminuir el desarrollo de las poblaciones de las plagas o enfermedades, reduciendo al mínimo los riesgos para la salud humana y el medio ambiente, por medio de diferentes manejos tanto químicos, biológicos

o culturales. Sumado a esto tenemos un grupo de labores de Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) las cuales están encaminadas a mejorar el sistema productivo reduciendo al mínimo el impacto sobre el ambiente y las personas involucradas en las diferentes etapas de la producción de papa.

Imagen 79. Control de plagas por medio de fumigación mecanizada



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Dentro de las labores indicadas encontramos

- **Medidas de manejo cultural** Se refiere a toda actividad física o mecánica que nos ayude a controlar o mitigar futuros problemas sanitarios que nos afecten rendimiento y calidad. siembra de semillas sanas, densidades de siembra adecuadas, fertilización Balanceada, rotación con pastos y hortalizas, preparación adecuada del suelo, Labores como siembras con curvas de nivel, deshierba, aporques altos, zanjas para drenaje, manejos fitosanitarios, recolección de residuos de cosecha.

- **Uso de trampas para monitoreos**

Tabla 17. Monitoreo y uso MIPE en papa

	Estado	Siembra	Brotación	Des-hierba	Tuberización floración	Llenado	Ma-durez	Cose-cha	Convenciones	
Bianco biológico	Rhizoctonia	1 AP							AP Aplicación preventiva	
		2 AP							MO Monitoreo	
	Gota	1	AP	AP	AP	AP			T Trampeo	
		2		MO	MO	MO			TA Trampa amarilla	
	Alernaria	1			MO	MO	MO		JA Pase de Jama	
		2			MO	MO	MO			
	Cenicilla	1				MO	MO	MO		
		2				MO	MO	MO		
									Umbral de acción	
	Polilla Guatemalteca	1	AP	T	T	T	T	T	25	Adultos por trampa día /8 días
		2	AP	T	T	T	T	T	15	
	Gusano Blanco	1	AP	T	T				20	Adultos por trampa / día/8 días
		2	AP	T	T					
	Pulguilla	1		JA	AP					1
	2		JA	AP						
Mosca Blanca				TA	TA	AP			50%	área foliar 50 hojas
				TA	AP	AP			30%	área foliar 50 hojas
Tostón	1				JA		JA	130	Adultos en trampa amarilla	
	2				JA		JA	80		

	Preparación terreno	Surcado	Densidad de siembra	Drenajes	Aporques
1 Condiciones humedad	35cm	Con desnivel no muy profundo	1m x 40 a 45 cm	40cm	Medio
2 Condiciones secas	25cm a 30cm	Curvas a nivel profundo	0,90 x 35 a 40	Opcional	Alto

Fuente: FEDEPAPA 2016

Para el monitoreo de las plagas, se deben utilizar herramientas como lo son las trampas para el conteo de adultos, se recomiendan las siguientes según el insecto:

- **Trampas con feromonas:** Esta es utilizada para polilla guatemalteca ya sea para monitoreo o como medio de control. Cuando se utiliza como monitoreo se recomienda utilizar mínimo 2 tramas en las orillas y con umbral de acción son 25 individuos.

En el proyecto ITPA 2021 se tiene establecidas a nivel Nacional en los cultivos de papa, 1000 trampas con feromonas como sensores, para el monitoreo de la polilla guatemalteca.

Imagen 81 y 82. Trampas con feromonas para polilla Guatemalteca



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

- **Trampas de caída:** son utilizadas para monitorear la presencia del adulto de gusano blanco, básicamente son huecos en el suelo donde se colocan tarros metálicos en los bordes del lote y se ponen hojas de papa que son atrayentes para esta plaga, si se encuentran más de 25 individuos en la trampa se deben tomar medidas de control, si se desean tomar medidas de control de gusano blanco también se pueden hacer trampas atrayentes con cebos, utilizando costales viejos dispuestos en los bordes del cultivo y debajo colocar hojas de papa con insecticida biológico o químico.

- **Trampas Amarillas.** Son utilizadas para monitorear la presencia de mosca blanca y Tostón, en donde hay más de 130 adultos por trampa de tostón se requiere control. Con respecto al monitoreo de adultos de pulguilla, se considera que con la observación de la presencia de un adulto por brote en plantas emergidas es necesario tomar medidas de control. Para establecer las poblaciones, se recomienda seleccionar por lo menos 5 sitios de muestreo con un número igual de plantas a evaluar y de esta forma se logra definir la presencia del insecto.

Imagen 80. Trampas amarillas



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una actividad que trae múltiples beneficios ya que con ella estamos rompiendo los ciclos biológicos de plagas y enfermedades, aportamos al mejoramiento estructural del suelo y se realiza un control natural de arvenses.

Entre los cultivos más usados para realizar la rotación encontramos zanahoria, la arveja, el maíz y los pastos, habas y cereales.

Control biológico

Las medidas de introducción de agentes de control biológico que no es más sino el aumento de los organismos benéficos en los cultivos para el suelo y la planta, estos actúan controlando y desplazando los patógenos. También se utilizan los enemigos naturales de las plagas y enfermedades como los hongos entomopatógenos, parasitoides y depredadores. Dentro del marco de los proyectos ITPA se establecieron parcelas demostrativas donde se manejaron diversas alternativas de manejos biológicos durante el ciclo fenológico del cultivo de papa, para brindar nuevas y amigables alternativas de uso de productos para el medio ambiente.

Tabla 18. Propuesta de manejo biológico en el cultivo

ÉPOCA DE APLICACIÓN	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS 200 LITROS	OBSERVACIÓN
SIEMBRA OPCIÓN 1	SCUTELLOSPORA , HETERO		APLICACIÓN DIRIGIDA AL SUELO. LA MICORRIZA SE APLICA 20 gr POR SITIO DE SIEMBRA
	COADYUVANTE	100 cc	
	TRICHODERMA SP + PAECILOMYCES SP	500 gr	
	BEAUVERIA, METARHIZIUM, LECANICILLIUM	500 gr	
	FERTILIZANTE INORGÁNICO Y ORGÁNICO AMARAJE	250cc	

SIEMBRA OPCIÓN 2	SCUTELLOSPORA , HETERO		APLICACIÓN DIRIGIDA AL SUELO. LA MICORRIZA SE APLICA 20 gr POR SITIO DE SIEMBRA
	COADYUVANTE	100 cc	
	BACILLUS SUBTILIS QST713 SC	1000 cc	
	EXTRACTO DE QUILLAY	500 cc	
	FERTILIZANTE INORGÁNICO Y ORGÁNICO AMARAJE	250 cc	

EMERGENCIA Y DESARROLLO FENOLÓGICO

OPCIÓN 1	YODO AGRÍCOLA	400 cc	PREVENTIVO CONTRA HONGOS FOLIARES COMPLEMENTADO CON CARBONO ORGÁNICO
	Cu Y SULFATO	600 cc	
	FERTILIZANTE INORGÁNICO Y ORGÁNICO SAFENER	500 cc	
	AJO-AJÍ	200 cc	

OPCIÓN 2	COADYUVANTE	100 cc	APLICACIÓN FOLIAR PREVENTIVA CONTRA HONGOS FOLIARES COMPLEMENTADO CON REPELENTE DE INSECTOS Y NUTRICIÓN
	SULFURO DE CALCIO	800 cc	
	FERTILIZANTE INORGÁNICO Y ORGÁNICO AMARAJE	250 cc	
	AJO-AJÍ	200 cc	

OPCIÓN 3	COADYUVANTE	100 cc	APLICACIÓN PREVENTIVA DIRIGIDA AL SUELO CONTRA HONGOS COMPLEMENTADA CON REPELENTE Y CARBONO ORGÁNICO
	TRICHODERMA SP + PAECILOMYCES SP	400 gr	
	BEAUVERIA, METARHIZIUM, LECANICILLIUM	500 gr	
	FERTILIZANTE +C ORGÁNICO	1000 cc	
	AJO-AJÍ	200CC	

Control químico

Es el manejo sanitario a partir del uso de productos químicos que generan un efecto negativo en el blanco al que va dirigido. Requieren de un adecuado manejo y rotación para evitar resistencia y elevados costos por aplicación.

Basados en los términos modo y mecanismo de acción, donde el modo es la característica a través de la cual el plaguicida llega al objeto de control (productos sistémicos, de contacto o multisitio), y mecanismo son los procesos fisiológicos, bioquímicos, morfológicos y energéticos en los que actúa el plaguicida para afectar el organismo objeto de control en el caso de insectos atacan sistema nervioso, respiratorio, síntesis, de proteínas, síntesis de pared celular, reproducción entre otros.

Es por este concepto del mecanismo de acción por el cual hay que basarse para realizar las rotaciones de productos agroquímicos en la protección de su cultivo, este consiste básicamente en atacar las plagas y enfermedades en sitios diferentes entre aplicaciones, en pocas palabras en una aplicación atacar en el cerebro (sistema nervioso)

y en la siguiente atacar en el pecho o el estómago (sistema respiratorio).

Según tabla 19 para una adecuada rotación debemos tener en cuenta que los ingredientes activos a manejar no pertenezcan al mismo grupo químico, para así afectar varios.

Tabla 19. Uso FRAC

GRUPOS	A	C	E	F	G	H	sin mecanismo de acción	multisitio
Ingredientes activos	Benalaxil	Thifluzamida	Iprodione	Propamocarb	Difeconazole	Dimetomorph	Cimoxanil	Mancozeb
	Metalaxil	Boscalid		Bacillus	Epoxiconazole	Mandipropamid	Fosetyl de	Cobre
	Furalaxil	Azoxystrobin			Febuconazole		Aluminio	Azufre
	Oxadiazyl	Pyraclostrobin			Flutriafol		Validacina	Metiram
		Kresoxim			Hexaconazole			Propineb
		Methyl			Propiconazole			Ziram
		Famoxadone			Tebuconazole			Captan
		Fenamidon						Folpet
		Fentilhidroxido						Clorothalonil
	Ametoctradin							
Blancos biológico								
Rhizoctonia		x			x			
Gota	x	x		x		x	x	x
Alternaria			x		x			
Roya		x			x			

Fuente: FEDEPAPA -FNFP (2016)

MECANISMO DE ACCIÓN FRAC

- A- Síntesis de ácidos nucleicos
- B-Transducción de señales y osmosis
- C- Respiración
- D- Síntesis de proteínas
- F- Síntesis de lípidos y membranas Biosíntesis de membranas
- H- Síntesis de pared celular
- U- Sitio desconocido
- MoA-Multisitio

MECANISMOS DE ACCIÓN IRAC

- 1- Acetil colinesterasa.

- 2- Receptor antagonismo del GABA.
- 3- Canal de sodio.
- 4- Antagonista del receptor nicotínico de la acetilcolina.
- 5- Activadores del receptor alostérico nicotínico de la acetilcolina.
- 6- Canal de cloro glutamato.
- 7- Miméticos de la hormona juvenil.
- 8- Diversos inhibidores no específicos.
- 11- Disruptores microbianos destructores de membranas digestivas de insectos
- 15- Inhibidores de la síntesis de quitina tipo 0 lepidópteros.
- 17- Disruptores de la muda.

Tabla 20. Uso IRAC

GRUPOS IRAC		1	3	4	5	6	7	11	15	17
SUB GRUPOS	Carbamatos A	Organofosforados B	Piretroides	Neonicotinoides		Avamectinas			Benzoilureas	Ciromazina
			Bifentrina Cipermetrina Deltametrina							
	Formetanato Oxamilo Pirimicarb	Acefato Clorpirifos Cimetoato Malathion Monocrotophos Fentoato Profenofos	Betacipermetrina	Imidacloprid	Spinosad	Avamectina	piriproxifen fenoxicarb	Basillus Turingiensis	Diflubenzuron Lufenuron Triflumuron	Ciromazina
BLANCOS BIOLÓGICOS										
Polilla Guatemalteca	X	X	X					X		
Gusano Blanco	X			X						
Pulguilla	X		X							
Tostón	X		X							X
Mosca Blanca				X						
Tiroteador										

Fuente: FEDEPAPA -FNFP 2016

Fumigación con dron

La agricultura día a día está viviendo una transformación en la forma que desarrolla las actividades del campo, la inclusión de las nuevas tecnologías ha permitido mitigar el esfuerzo físico, reducir los costos de producción y disminuir el tiempo invertido en ciertas labores. Por ese motivo, la Federación Colombiana de Productores de Papa – FEDEPAPA y el Fondo Nacional de Fomento de la Papa – FNFP, decidieron integrar el uso de las aplicaciones aéreas con drones, para el manejo fitosanitario del cultivo de la papa. Así mismo, transferir el conocimiento sobre la eficiencia y eficacia de implementar el uso de drones, en comparación al manejo tradicional que realiza el agricultor.

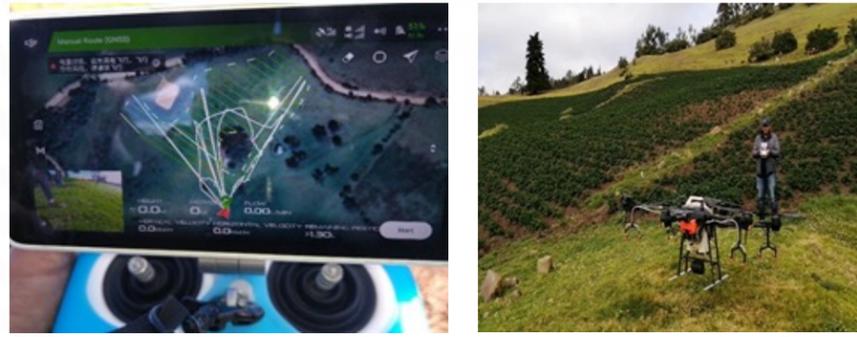
Imagen 83 y 84. Fumigación con dron Boyacá



Fuente: Proyecto ITPA FNFP.

Se realizaron aplicaciones con dron en varios cultivos, junto con capacitaciones explicando el uso de este como herramienta de aplicación foliar para el cultivo de papa. Un dron o UAV (vehículo aéreo no tripulado) es un equipo con sensores de tecnología avanzada que puede monitorear una gran número de hectáreas, permitiendo a los agricultores gestionar de mejor manera sus cultivos e incrementar su productividad, esta tecnología permite, entre otras cosas, la disminución de aplicación de agua en las aplicaciones pero utilizando las mismas dosis de fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares por hectárea, determinar las variaciones en el crecimiento de las plantas y notar zonas del campo con poca productividad para mejorar el rendimiento de éste.

Imagen 85 y 86. Parcelas demostrativas, aplicación con Dron UAV (Vehículo Aéreo no tripulado)



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Imagen 86 y 87. Fumigación con dron Cundinamarca



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Las aplicaciones con dron se pueden realizar en las diferentes etapas fenológicas del cultivo, previo al inicio de la aplicación se realiza un reconocimiento del área del lote, creando un croquis con el cual se programa la ruta de aplicación, la velocidad del viento influye en el momento de aplicación si hay demasiada velocidad del viento no es aconsejable realizar aplicación, por la deriva que se presenta, y quedarían zonas sin aplicar, las aplicaciones en el cultivo de papa se pueden realizar desde el momento de control de malezas e insectos antes de germinación del cultivo, en germinación hasta cuando las plantas inician formación de órgano floral y están realizando diferenciación celular e inicio de tuberización, es donde el cultivo se encuentra más susceptible a tener incidencia y severidad de enfermedades como *Phytophthora infestans* y *Alternaria Solani*, la velocidad con la que se trabajó el dron fue de 10 km/h, altura de 2 a 3 metros dependiendo la topografía del terreno, con una descarga de 60 a 80 litros por hectárea dependiendo del estado fenológico del cultivo.

Piloto De Riego Por Goteo

Importancia del agua

El uso del agua y su función en la agricultura ha determinado que este recurso sea de vital importancia tanto para el desarrollo de las unidades productivas, como para aumentar la productividad y el potencial de las diferentes especies cultivadas. El agua sumada a un adecuado uso del suelo permite un aprovechamiento pleno de los recursos existentes, factor que en determinado momento del proceso productivo se vuelve una limitante debido al inminente cambio climático, la expansión de la frontera agrícola y prácticas agrícolas que han provocado procesos erosivos, entre otras. Evidenciando que la situación actual es de una baja disponibilidad del recurso agua y una degradación de los suelos que obliga a ser más eficientes en el uso de ellos.

El agua es el componente mayoritario de las plantas, puede representar entre un 60 y 90% del peso fresco, según el tejido que se considere. En las plantas el agua cumple funciones de sostén, permite el crecimiento de las células, facilita el enfriamiento de las hojas, es el vehículo para el traslado de nutrientes por el xilema y de foto asimilados por el floema y principalmente es el medio en el que se desarrollan todas las reacciones químicas. Beltrano, J.et al. (2015)

La cantidad de agua que la planta puede absorber depende de varios factores como las características físico-químicas del suelo, la distribución de las raíces en el perfil del suelo, la morfología de ese sistema radical y de las estrategias que pueda desarrollar la planta para extraer agua, como el ajuste osmótico. El agua que se pierde por transpiración también va a depender de muchos aspectos como la temperatura y humedad del aire, la velocidad del viento, la irradiancia, el contenido hídrico del suelo, las características morfológicas de la planta.

El conocimiento de estas consideraciones es de gran importancia y nos permite comprender el balance hídrico de las plantas para hacer un uso racional y eficiente de este recurso cada vez más escaso. Beltrano, J.et al. (2015)

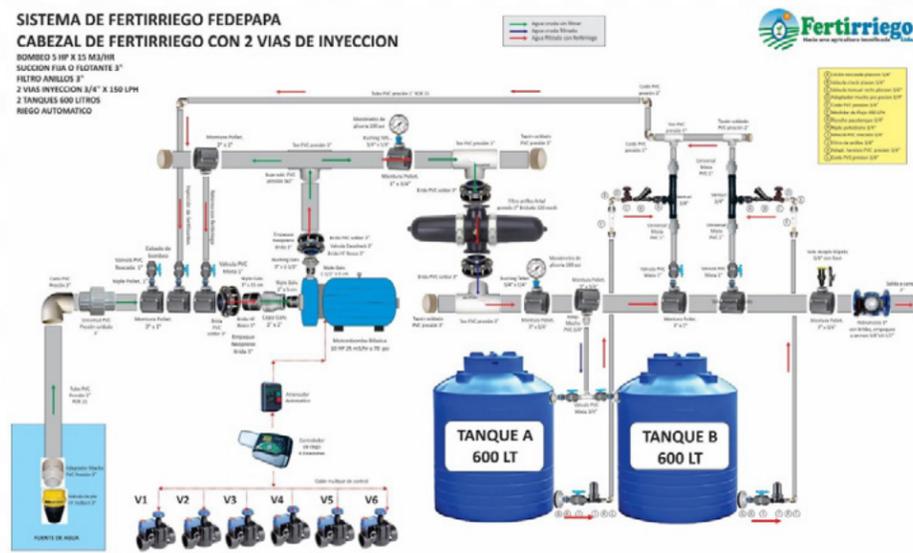
Diseño del sistema de riego

Según la empresa FERTIRRIEGO Ltda. el sistema que implementamos por medio de los proyectos ITPA es un sis-

tema de riego de avanzada, con una tecnología de riego de bajo volumen, que utiliza tubos de pequeño diámetro en los que se han integrado goteros sofisticados y aplica el agua, gota a gota y de forma localizada, la cantidad exacta de agua y nutrientes que las plantas necesitan, contribuye a una mayor productividad y mayores rendimientos de producción por hectárea cosechada, ya es considerada como una nueva técnica de producción agrícola.

Sistemas pilotos implementados han permitido desarrollar el conocimiento necesario para replicar estas experiencias en otros municipios, bajo diversas condiciones a las que se puede enfrentar un cultivo de papa, obteniendo resultados de éxito que impactan a los productores. El sistema de riego por goteo está compuesto por una red de tuberías matrices, imagen 89, secundarias y de distribución a líneas de goteo, calculadas según las necesidades agronómicas del cultivo, válvulas automatizadas y reguladoras de presión con capacidades acordes a los requerido por el sistema, mangueras de goteo con características técnicas ajustadas a las necesidades de la planta, el suelo y el cultivo, accesorios y sistemas de lavados para un mantenimiento adecuado y larga duración del sistema, válvulas de protección del sistema para evitar roturas de tuberías y garantizar su óptimo funcionamiento, es necesario realizar un montaje del cabezal de Bombeo: una vez tendido la línea principal y montadas las válvulas, se tiene, una manguera de succión y presión desde el reservorio, con descarga de 3", una motobomba a gasolina de 15HP, un sistema de filtro de anillo de doble cuerpo de 3" reducida a 1,5", un registro de paso de agua, un cheque y una válvula de paso para el sistema de inyección de los fertilizantes, un registro para el llenado de los 2 tanques de 500 litros. El sistema de inyección está compuesto por 2 flujómetros de 400L/h, 2 válvulas cheque, 2 filtros y llaves de paso, manómetros, una válvula de aire, y a la salida una válvula volumétrica.

Este sistema es diseñado de manera específica o particular para cada caso dependiendo de múltiples factores como el tamaño del área a regar, densidad de siembra, la topografía, el tipo de suelo, el tipo de planta, entre otros.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Imagen 89. Instalación de tuberías matrices



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Imagen 90. Instalaciones de Tanques



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Nutrición en papa con sistema de riego

Debido a la dependencia climática o estacionalidad propia del trópico, la cual nos fija unas épocas de siembra específicas haciéndolos menos competitivos en el mercado, se realiza la implementación de un sistema de riego que nos permita tener siembras continuas durante el año, con riego localizado y continuó durante el ciclo del cultivo entregando un aporte nutricional adecuado según las necesidades de este aumentando productividad, calidad y haciendo un uso eficiente del recurso agua.

Desde el año 2017 el FNFP-FEDEPAPA han establecido parcelas demostrativas con riego en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, y Nariño donde se realizó seguimiento desde siembra hasta cosecha entregando inicialmente un plan de fertilización basado en el resultado del análisis de suelos específico para cada lote.

Se realizó una fertilización base con un bajo aporte de nutrientes con el fin de que las plantas en un inicio tuvieran disponibilidad necesaria para su desarrollo, seguido a esto se realiza la fertilización por medio del sistema de riego de una manera continua y fraccionada que varía dependiendo de cada etapa que para el cultivo de papa se divide en: etapa de enraizamiento, tuberización, llenado de tubérculo y maduración la cual cada una tiene un número específico de semanas.

Tabla 21. Recomendación de plan de fertirriego

ELEMENTO	DOSIS TOTAL Kg/Ha	EDAFICA A LA SIEMBRA		VIA FERTIRRIEGO		VIA FERTIRRIEGO				* TOTAL
						ETAPA 1: ENRAIZAMIENTO - 3 Semanas	ETAPA 2: TUBERIZACION - 5 Semanas	ETAPA 3: LLENADO DE TUBERCULO - 7 Semanas	ETAPA 4: MADURACION - 3 Semanas	
						DIAS Durac./Acum. 21 21 20%	DIAS Durac./Acum. 35 56 33%	DIAS Durac./Acum. 49 105 47%	DIAS Durac./Acum. 15 120 0%	
	Kg/Ha	%	Kg/Ha	%						
N	250	73	29%	177	71%	23%	32%	16%	0%	100%
P ₂ O ₅	300	125	42%	175	58%	59	80	39	0	250
K ₂ O	350	114	32%	236	68%	70	71	106	0	300
CaO	80	-	0%	80	100%	17%	20%	30%	0%	100%
MgO	90	39,9	44%	50	56%	20	24	36	0	80
S	90	49,5	55%	41	45%	19%	19%	17%	0%	100%
Fe	1,00	0,30	30%	0,70	70%	15	15	13,0	0	92
Mn	0,50	0,03	6%	0,47	94%	14%	71%	35%	0%	100%
Zn	1,00	0,12	12%	0,88	88%	0,1	0,2	0,4	0,0	1,0
Cu	0,50	0,00	0%	0,50	100%	19%	28%	47%	0%	100%
B	0,75	0,20	27%	0,55	73%	0,1	0,1	0,2	0,0	0,5
						18%	26%	44%	0%	100%
						0,2	0,3	0,4	0,0	1,0
						20%	30%	50%	0%	100%
						0,1	0,2	0,3	0,0	0,5
						15%	22%	37%	0%	100%
						0,1	0,2	0,3	0,0	0,8

El aporte nutricional de la etapa de enraizamiento Imagen 91 se basa en el suministro de elementos como N, P, Mg y Zn en un mayor porcentaje con respecto a las demás etapas ya que son los encargados de darnos el desarrollo de raíces y foliar la imagen 92; sumado a este también se realiza el aporte de elementos menores necesarios de la etapa.

Imagen 91 y 92. Sistema de Riego Cáqueza

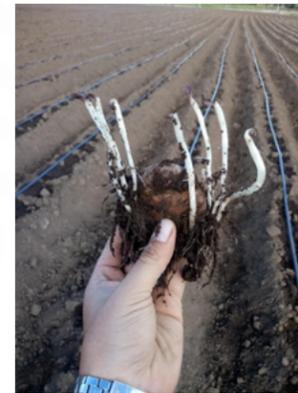


Imagen 93 y 94. Inicio de floración en papa con sistema de riego en Boyacá



Fuente: Proyecto ITPA FNFP



Tabla 22. Plan de fertilización de Ferririego

ETAPA	DIAS	DIAS ACUM.	EVTc cultivo mm/día	Elem. Total Kg/Ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄	Fe	Mn	Zn	Cu	B		
					250	300	350	80	90	90	1,00	0,50	1,00	0,50	0,75		
PRESIEMBRA	75	75	1,5	Kg/Ha	73	125	114	-	40	50	0,30	0,03	0,12	-	0,20		
				%	29%	42%	32%	0%	44%	55%	30%	6%	12%	0%	27%		
				N-P-K	1,0												
				ppm elem. Puro	65	111	101	-	35	44	0,3	0,0	0,1	-	0,2		
ETAPA 1: FNRAIZAMIFNT O - 3 Semanas	21	21	1,5	Kg/Ha	59	70	59	20	18	15	0,14	0,09	0,18	0,10	0,11		
				%	23,4%	23%	17%	25%	19%	17%	14%	19%	18%	20%	15%		
				N-P-K	1,0	1,2	1,0										
				ppm elem. Puro	186	97	156	45	33	16	0,4	0,3	0,6	0,3	0,3		
ETAPA 2: TUBERIZACION - 5 Semanas	35	56	2,0	Kg/Ha	80	61	71	24	18	15	0,21	0,14	0,26	0,15	0,16		
				%	32%	20%	20%	35%	19%	17%	21%	28%	26%	30%	22%		
				N-P-K	1,0	0,8	0,9										
				ppm elem. Puro	114	38	84	24	15	7	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2		
ETAPA 3: LLENADO DE TUBERCULO - 7 Semanas	49	105	2,5	Kg/Ha	39	44	106	36	15	13	0,35	0,24	0,44	0,25	0,27		
				%	16%	15%	30%	40%	17%	14%	35%	47%	44%	50%	37%		
				N-P-K	1,0	1,1	2,7										
				ppm elem. Puro	32	16	72	21	7	4	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2		
ETAPA 4: MADURACION - 3 Semanas	15	120	0,0	Kg/Ha													
				%													
				N-P-K													
				ppm elem. Puro													
TOTAL	120	120	2,0	Kg/Ha	250	300	350	80	90	92	1,0	0,5	1,0	0,5	0,8		
				% Tot.	100%	100%	100%	100%	100%	103%	100%	100%	100%	100%	100%		
				ppm elem.	99	65	103	23	23	18	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2		
				% Cump.	100%	100%	100%	100%	100%	103%	100%	100%	100%	100%	100%		

Fuente: Proyecto ITPA FNFP 2021

En la tabla 21 podemos observar que los valores de aportes de elementos nutricionales se aplican según los requerimientos y necesidades de cada ciclo; ejemplo en la etapa de tuberización y llenado de tubérculos los elementos con mayor aporte son: N (80%), K (30%), Ca, Mg, B y Zn. En este punto de desarrollo aún es necesario un aporte alto de N, Mg y CaB que nos permitan mantener y sostener el desarrollo foliar de la planta requerido para fotosíntesis, el Ca y B en estas etapas es muy importante ya que se dan diferentes procesos de división y diferenciación celular iniciando la formación de tubérculos, dando una fuerte estructura que evita que en el desarrollo se presente agrietamiento en los tubérculos, el K desde este momento va a tener un papel muy importante ya que es el encargado del transporte de nutrientes y asimilados en la planta y tener un mejor llenado del tubérculo.

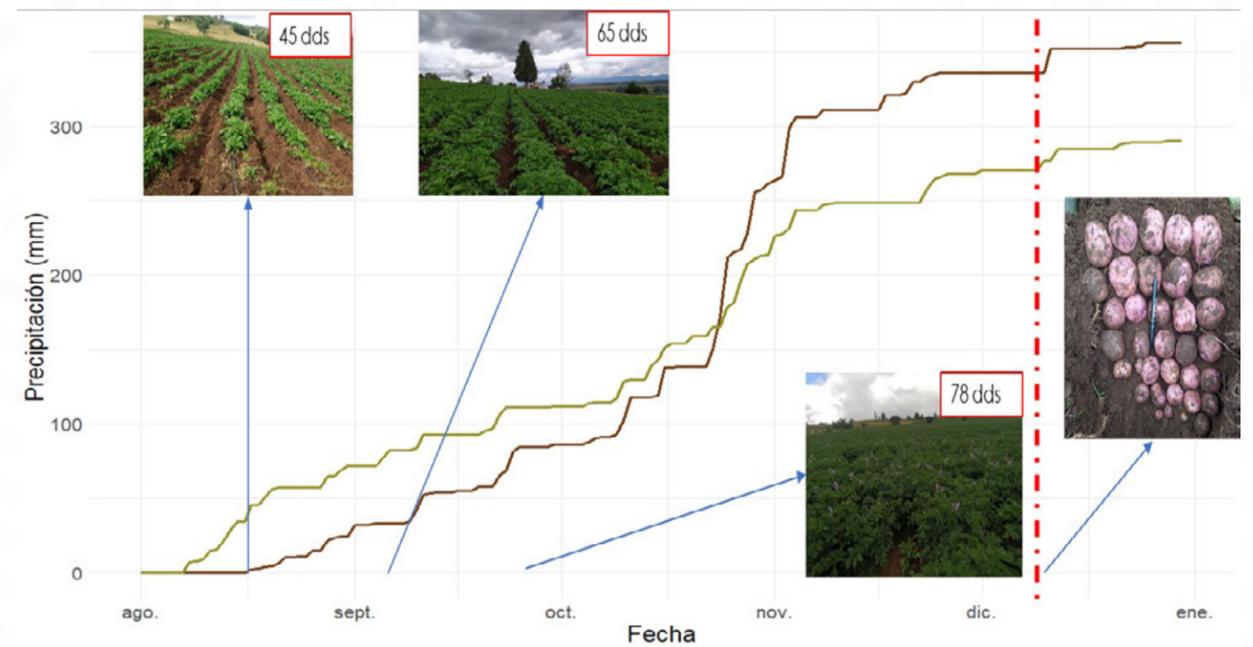
Imagen 95. Desarrollo fenológico con sistema de riego.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Resultados de la implementación de riego por goteo

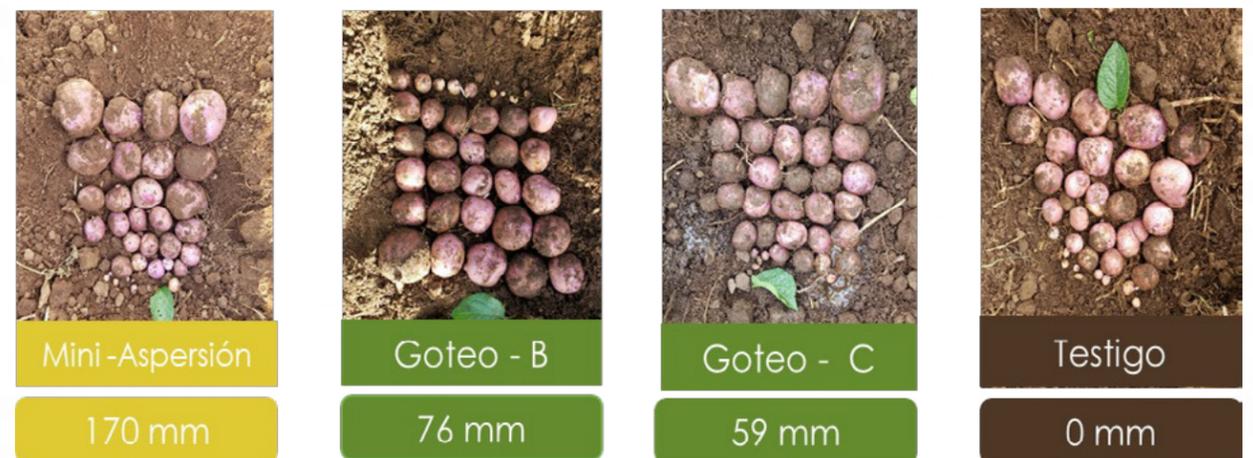
Imagen 96. Aportes hídricos generados en parcelas de riego



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

El comparativo de aportes hídricos presentado en la imagen 96, muestra que las precipitaciones en las zonas productoras poseen comportamientos diferenciales, por lo cual la estrategia de aplicación de riegos de diferentes formas puede conllevar a una mejora en el rendimiento del cultivo.

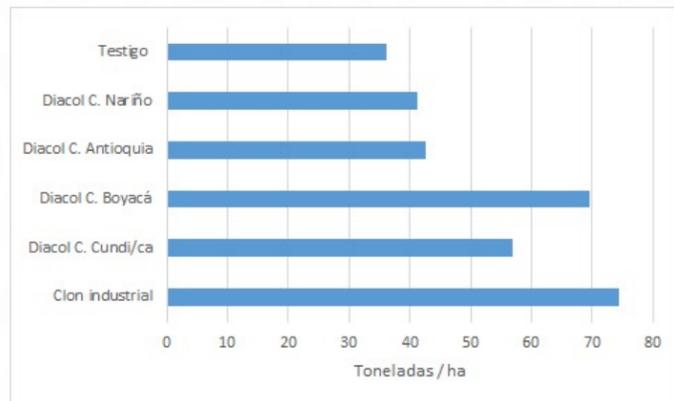
Imagen 97. Cateo parcela Boyacá con riego por goteo



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

Teniendo como variable de comparación el número promedio de tubérculos por planta, los resultados nos indican que existen diferencias en la productividad respecto a forma en la que se aplica el riego. Según se observa de la imagen 97, como resultado de los cateos realizados, se obtuvo un promedio de 35 tubérculos con mayor tamaño para las parcelas con riego y un número de 26 tubérculos para la parcela testigo sin riego.

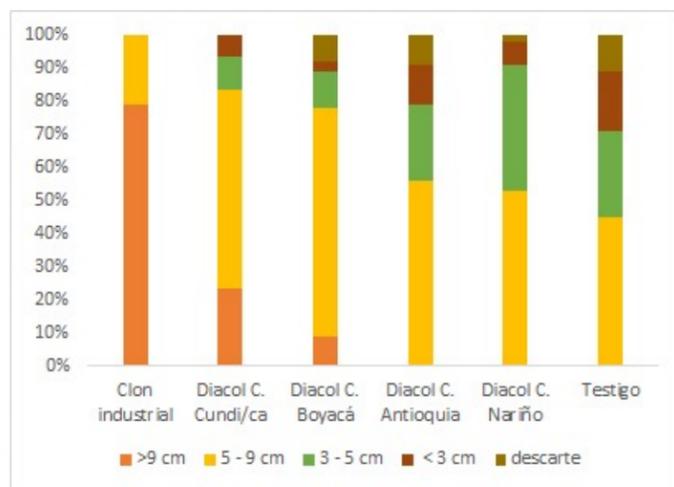
Gráfica 8. Producción (ha) TOTAL en los diferentes sistemas piloto.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

En la gráfica 8, se muestran los resultados de los sistemas de riego por goteo, donde se manejaron 2 materiales genéticos, un clon industrial y la variedad de industria Diacol Capiro en distintos departamentos. Las mayores producciones se obtuvieron con el clon industrial y la variedad Diacol Capiro en Boyacá, en donde se obtuvo un rendimiento de 75 ton/ha y 70 ton/ha respectivamente. Sin embargo,

Gráfica 9. Calidad en los diferentes sistemas piloto.



Fuente: Proyecto ITPA FNFP

En el gráfico 9, se observó que el Clon industrial de la cantidad total cosechada produjo un 80% con calidades de tamaño de diámetro mayor a 9 cm y un 20% son de 5-9 cm siendo una diferencia significativa con respecto a los demás sistemas, donde bajo el tamaño del tubérculo concentrándose en las calidades de 5-9 cm. Es de resaltar que las cualidades morfológicas del tubérculo clon industrial son diferentes al ya manejado convencionalmente, ya que en su forma se presenta un alargamiento propio de esta variedad, que va dirigida a la producción de bastones.

Comparando los resultados de la variedad Diacol capiro entre los diferentes Departamentos donde se sembró, encontramos que la producción más alta se dio en el departamento de Cundinamarca con el 85% de tubérculos cosechados, con diámetros de entre 5 y mayor 9 centímetros y con un bajo o nulo porcentaje de descarte, dejando por debajo a los demás tanto en número de porcentaje cosechado como en el tamaño de estos mismos.

Costos De Producción Del Cultivo De La Papa

En Colombia el costo unitario para producir un kilogramo de papa en promedio es de \$758 y su precio de venta puede tener amplios márgenes de variación. Esto genera tener de manera continua y detallada los costos de su producción. En el desarrollo del proyecto ITPA se propende por inculcar al productor el registro de la información financiera de su cultivo, para poder tomar decisiones en sus empresas agrícolas que mejoren su relación costo-beneficio.

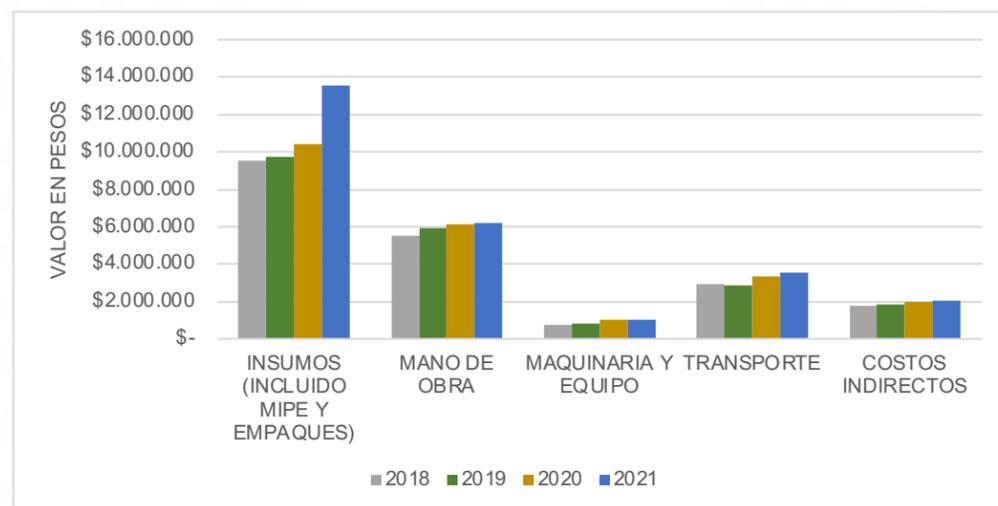
Tabla 23. Costos de producción del cultivo de papa en Colombia 2018-2021 variedad Diacol Capiro

DIACOL CAPIRO	2018		2019		2020		2021*		VAR (%)
RUBRO	VALOR	PART. (%)	20/21						
INSUMOS (INCLUIDO MIPE Y EMPAQUES)	\$ 9.514.206	46%	\$ 9.756.748	46%	\$ 10.401.323	45%	\$ 13.543.806	51%	30,21%
MANO DE OBRA	\$ 5.539.731	27%	\$ 5.926.652	28%	\$ 6.166.339	27%	\$ 6.211.014	24%	0,72%
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 755.899	4%	\$ 841.107	4%	\$ 997.486	4%	\$ 999.502	4%	0,20%
TRANSPORTE	\$ 2.921.537	14%	\$ 2.840.874	13%	\$ 3.376.366	15%	\$ 3.518.304	13%	4,20%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.784.025	9%	\$ 1.853.429	9%	\$ 1.960.467	9%	\$ 2.076.604	8%	5,92%
TOTAL, COSTO HA	\$ 20.515.398	100,00%	\$ 21.218.809	100,00%	\$ 22.901.981	100,00%	\$ 26.349.230	100,00%	15,05%
COSTO KG	\$ 684		\$ 707		\$ 763		\$ 878		15,05%
PRECIO PROMEDIO KG	\$ 714		\$ 857		\$ 608		\$ 896		47,35%

* Según el histórico de precios 2018-2020, variedades como la Betina han presentado precios mínimos cercanos a los \$201 pesos por kilo pagado al productor, mientras que en el caso de la criolla ha logrado alcanzar precios hasta de \$3.985 por kilo.

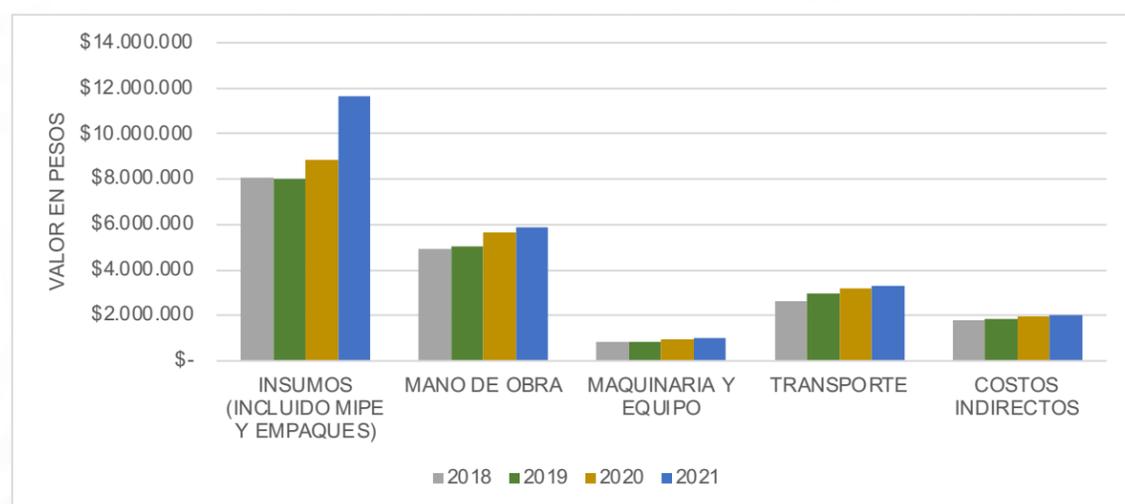
El costo promedio de producción (Ha) de la variedad Diacol Capiro en los últimos cuatro años es de \$ 22.746.354, donde se destaca el rubro de insumos, que tiene el 47 % de la participación de los costos totales, los altos costos de insumos (\$10.804.020) se explican principalmente por el aumento del costo de los insumos y la alta susceptibilidad de esta variedad a plagas y enfermedades, lo que genera un aumento en las aplicaciones a realizar al cultivo. Consecutivamente, le siguen el costo de mano de obra con el 26% de participación, para esta variable en algunas zonas del país se ha reducido ostensiblemente la oferta, generando retrasos en algunos manejos culturales del cultivo. Le siguen el costo de transporte con el 14 % de participación, los costos indirectos con el 8 %, y por último maquinaria y equipo con el 4 %.

Grafica 10. Comparativos costos por rubro 2018-2021.



Es notable el aumento de los costos de producción en lo corrido del año 2021, debido al alza en los fertilizantes y agroquímicos del 30% en comparación al año inmediatamente anterior. Ante esta problemática de índole internacional que afecta nuestro sistema productivo, se deberá intensificar las acciones técnicas que permitan mejorar la rentabilidad del cultivo de papa.

Grafica 11. Comparativos costos por rubro 2018-2021.



De manera similar se presenta los costos promedio para las variedades blancas, donde el comportamiento de los porcentajes de cada rubro mantiene la misma tendencia que la variedad Diacol Capiro. No obstante, se presenta un diferencial en el costo unitario, debido a una menor inversión en fertilización y manejo de plagas y enfermedades de acuerdo a las necesidades propias de estas variedades.

Tabla 24. Costos de producción del cultivo de papa en Colombia 2018-2021 variedades Blancas

PASTUSA	2018		2019		2020		2021		VAR (%)
RUBRO	VALOR	PART. (%)	20/21						
INSUMOS (INCLUIDO MIPE Y EMPAQUES)	\$ 8.061.269	44%	\$ 8.012.285	43%	\$ 8.841.124	43%	\$ 11.647.673	49%	31,74%
MANO DE OBRA	\$ 4.912.408	27%	\$ 5.056.806	27%	\$ 5.673.032	27%	\$ 5.900.463	25%	4,01%
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 818.636	4%	\$ 812.370	4%	\$ 977.536	5%	\$ 989.507	4%	1,22%
TRANSPORTE	\$ 2.638.965	14%	\$ 2.982.919	16%	\$ 3.207.547	16%	\$ 3.307.206	14%	3,11%
COSTOS INDIRECTOS	\$ 1.804.832	10%	\$ 1.832.118	10%	\$ 1.940.862	9%	\$ 2.035.072	9%	4,85%
TOTAL COSTO HA	\$ 18.236.109	100,00%	\$ 18.696.498	100,00%	\$ 20.640.102	100,00%	\$ 23.879.921	100,00%	15,70%
COSTO KG	\$ 608		\$ 623		\$ 688		\$ 796		15,70%
PRECIO PROMEDIO KG	\$ 648		\$ 766		\$ 561		\$ 819		46,02%





BIBLIOGRAFÍA

OECD/FAO (2020), OCDE FAO Perspectivas Agrícolas 2020 2029, OECD Publishing, Paris. [Tesis de magister, Universidad Nacional de Colombia]. pdf. <https://repositorio.unal.edu.co/>

Becerra, Navia. Nústez. 2007. Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño L.A. Revista Latinoamericana de la Papa. (2007). 14(1): 51-60

Beltrano, J. Gimenez, D. 2015. Cultivo en hidroponia. Editorial de la Universidad de La Plata 47 N.º 380. pdf <http://www.aea-grochapeco.com.br/admin/up/15508619841985827152Cultivoenhidroponiapdf.pdf#page=33>

Buitrago Reyes, R. O., & Peñuela Muñoz, L. (2018). La papa: un alimento de oportunidades con opciones de comercialización internacional. Equidad y Desarrollo, 1(32), 181-206.

Carvajal, L. H., Ochoa, M. V., & Jaimes, E. P. G. (2009). Observaciones histológicas de estructuras celulares asociadas a *Spongopora subterranea* f sp. Subterranea en papa. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 62(2), 5039-5045.

Castellanos, M. (2010). Evaluación del crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento de cuatro cultivares de papa criolla en dos localidades del departamento de Cundinamarca.

Cortés M., Elkin; Álvarez M., Fernando; González S., 2009 Hugo LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA: GESTIÓN, SELECCIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LA MAQUINARIA PARA LAS OPERACIONES DE CAMPO Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, vol. 4, núm. 2, pp. 151-160 Universidad CES.

Cuesta X., Peñaherrera D., Velásquez J., Racines M., Castillo C. (2021) Guía de manejo de la punta morada de la papa. Segunda edición. Manual técnico No. 104. Quito (Ecuador). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 20 p.

Delgado, L. (2015). "FERTILIZACIÓN CON ZINC EN DOS VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN SUELOS DE COSTA Y SIERRA". (Tesis de grado, UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMIA. pdf <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2086/F04-D44-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FEDEPAPA-FNFP. 2016. Cartilla manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de papa (uso racional de agroquímicos). Comité Técnico Fedepapa
Gobernación de Antioquia. (2014). Manual del cultivo de papa bajo Buenas Prácticas Agrícolas (pp.14-17)

Gómez Sánchez, M. (2018). Acumulación y distribución de macronutrientes minerales en dos cultivares tetraploides de *Solanum tuberosum* L. en diferentes ambientes del altiplano Cundi-boyacense. (Tesis Doctorado, Universidad Nacional de Colombia)

Gomez, S., Mendoza, A. (2020). Madurez temprana del cultivo de papa, una enfermedad limitante que todos debemos conocer. Revista papa N° 51. FEDEPAPA-FNFP. (pp. 34)

Harrison, J.G., R.J. Searle and N.A. Williams. 1997. Powdery scab disease of potato—A review. Plant Pathology 46(1): 1-25. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4424/NR38633.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Consultado: 6 octubre 2021).

ICA. 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. andigena y *S. phureja*) - Medidas para la temporada invernal. PDF <https://www.ica.gov.co/getattachment/b2645c33-d4b4-4d9d-84ac-197c55e7d3d0/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-la-papa-nbsp;-.aspx>

Inostroza F., Juan, Méndez L., Patricio y Sotomayor T., Lorena (Nov 2009) Botánica y morfología de la papa [en línea]. Temuco: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 193. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7281> (Consultado: 6 octubre 2021).

International Potato Center. 2019. Potato agri-food systems program. Lima (Peru). CIP. 4p.

Jiménez, F. (2017). La Importancia de la nutrición con magnesio y azufre en el cultivo de la papa. Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica. pdf. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2D071476E9B2B1B80325815D00646E09/\\$FILE/30.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2D071476E9B2B1B80325815D00646E09/$FILE/30.pdf)

LARRAÍN, P. 2003. Plagas de la Papa y su manejo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Intihuasi. La Serena, Chile. 116 páginas. Adaptación Manual Interactivo de la papa <https://manualinia.papachile.cl/?page=manejo&ctn=80>

Limitada, C. C. L., Limitada, C. C. P., de Carahue, I. M., de Saavedra, I. M., de Tolten, I. M., Schmidt, I. M. T. y Fuentes, J. C. C. (2018). Modelo de plataforma para el mejoramiento competitivo y agregación de valor en el proceso productivo y comercial de papa, por medio de TIC's, orientado a organizaciones campesinas MyPes.

Manqui, F., Allende M., Villablanca A. 2012. Preparación de suelos (en línea). Temuco: Informativo INIA-URURI-. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 61. Disponible en:

Marouani, A., Harbeoui, Y. 2015. Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) Nitrogen use efficiency in potato crop (*Solanum tuberosum* L.) pdf.

Medina, C., Salazar, F. 2017. El carbón de la papa. Revista papa N° 43.

FEDEPAPA-FNFP. (pp. 40)

Medina, E. Riveros, G. Veneros, R. Zavaleta, R. 2012 EFECTO DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SULFATO DE POTASIO SOBRE EL CONTENIDO DE AZÚCARES REDUCTORES EN TUBÉRCULOS DE SOLANUM TUBEROSUM L.VAR. UNICA, PARA PROCESAMIENTO INDUSTRIAL

Montesdeoca, F., Panchi, N., Navarrete, I., Pallo, E., Yumisaca, F., Taipe, A., Espinoza, S. y Andrade-Piedra, J. (2013). Guía fotográfica de las principales plagas del cultivo de papa en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Centro Internacional de la Papa (CIP), Consorcio de Productores de Papa (CONPAPA), McKnight Foundation. Quito, Ecuador. p. 68

Morales, Z. (2015). DISEÑO DE UN SISTEMA DE ARADO PARA LA PREPARACIÓN DEL SUELO EN CULTIVOS ORGÁNICOS DIRIGIDO A PEQUEÑOS AGRICULTORES (Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada). pdf. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7505/MoralesZapataOscarStiven2015.pdf?sequence=1>

Nústez, C. 2011. Variedades colombianas de papa. Universidad Nacional de Colombia. Primera edición.

Puentes, J. 2016. ESTUDIOS BIOLÓGICOS DEL TIROTEADOR DE LA PAPA NAUPACTUS SP. (COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE). (Tesis grado. ONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE CIENCIAS CARRERA BIOLOGÍA) pdf. <https://repositorio.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8846/tesis79%20%281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Pumisacho, M. Sherwood, S (2002). EL CULTIVO DE LA PAPA EN ECUADOR. INIAP. <https://cipotato.org/wp-content/uploads/Documentacion%20PDF/Pumisacho%20y%20Sherwood%20Cultivo%20de%20Papa%20en%20Ecuador.pdf>

Ramírez, F., Arroyave Tobón, I., Rios Quinchoa, J., Lagoeyte Tamayo, J., Orozco, J. y Porras, P. (2014). Manual del cultivo de papa bajo buenas prácticas agrícolas. Medellín, Colombia: Departamento de Antioquia.

Romero, W. 2019. La semilla, base de un sector productivo. Revista papa. N. 47, pp 12-15.

Saenz, A.A., Rodriguez L., marquez, M., 2013. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de papa. Pontificia Universidad Javeriana- Corporacion PBA

USDA., 2015. Alerta de Plagas. Nematodos del Quiste de la Papa. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. pdf https://www.aphis.usda.gov/publications/plant_health/2015/alert_pcn_sp.pdf

Wale, S.J. 2000. Summary of the session on national potato production and the powdery scab situation. pp. 3-9. In: Merz, U. and A.K. Lees (eds.). Proceedings of the First European Powdery Scab Workshop, SAC, Aberdeen, Scotland.

