



Estado de arte del cultivo de papa para procesamiento de bastones prefritos congelados en el Ecuador

Julio Gabriel Ortega¹; Andrade Bolaños, Hector^{2*}

Resumen

El objetivo del presente trabajo de revisión, fue analizar el estado de arte del cultivo de papa para el consumo de papa prefrita congelada (PPFC) en el Ecuador. Se hace un análisis de la diversidad genética, la superficie cultivada, la importancia económica, las importaciones y exportaciones, políticas del Estado, las estrategias para mejorar genéticamente el cultivo y finalmente se discute sobre los nuevos desafío y perspectivas del cultivo, ante las nuevas demandas, denotándose un gran potencial, particularmente como cultivo alternativo para las zonas de la Costa Ecuatoriana.

Palabras clave adicionales: Variedades, azúcares reductores, carbohidratos, especies, consumo.

State of the art of potato production for french fry processing in Ecuador

Summary

The objective of this review work was to analyze the state of the art of potato cultivation for the consumption of frozen prefrite potato (PPFC) in Ecuador. An analysis is made of genetic diversity, cultivated area, economic importance, imports and exports, State policies, strategies to genetically improve the crop and finally it is discussed about the new challenges and perspectives of the crop, in the face of new demands. , denoting great potential, particularly as an alternative crop for the areas of the Ecuadorian Coast.

Additional keywords: Varieties, reducing sugars, carbohydrates, species, consumption.

* Autor de contacto: handrade@uce.edu.ec

1 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador. E-mail: julio.gabriel@unesum.edu.ec

2 universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador



Introducción

Diversidad de la papa ecuatoriana

La papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Ecuador constituye un producto elemental en la dieta de la población ecuatoriana, es milenaria y se la cultiva principalmente en las tierras altoandinas (Basantes Vizcaíno *et al.*, 2020). Cuesta *et al.*, (2015) mencionan que la diversidad genética de las papas *Solanum* Sec. Petota (Solanaceae), pueden agruparse en silvestres y cultivadas; éstas últimas agrupadas en nativas y mejoradas (Salas *et al.*, 2010). En relación a la ploidía las papas cultivadas *Solanum tuberosum* son tetraploides ($2n=4x=48$), mientras que las nativas son altamente diversas, diploides ($2n=2x=24$), triploides ($2n=3x=36$), tetraploides ($2n=4x=48$), pentaploides ($2n=5x=60$) y hexaploides ($2n=6x=72$) (Huaman y Spooner, 2002).

La biodiversidad ecuatoriana de la papa incluye 23 especies silvestres y tres especies cultivadas diploides, triploides y tetraploides cultivados de *Solanum tuberosum* (Spooner *et al.*, 2014, Monteros & Altamirano, 2018, Pallo Paredes *et al.*, 2020).

Superficie cultivada

La agricultura está influenciada directamente por las condiciones climáticas y antrópicas; variaciones en la temperatura principalmente provocan afectaciones en el crecimiento de las plantas (Fernández, 2013). Los valores de temperatura y pluviosidad influyen en el rendimiento y en el desarrollo de la planta en cada etapa fenológica (López Feldman, 2015).

Ecuador cosechó en el año 2019, 19.675 has, con una producción de 275.346 t y alcanzó un rendimiento de 14 t/ha (FAOSTAT, 2021). A nivel de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) el número involucrado en el cultivo

corresponde a 45 000 UPAS y la superficie promedio del cultivo es de 1.69 ha (SIPA, 2020).

El 90% de la producción nacional, se comercializa en los mercados mayoristas y minoristas de la Sierra y el 10% restantes se destina para el autoconsumo, al pago en raciones a presta manos y mingas para la cosecha. El 97,3% del sector produce papa como cultivo solo y el 2,7% en asociación con otros alimentos.

Los datos estadísticos sobre superficie, producción y rendimiento son diversos dependiendo de la fuente consultada. Del año 2012, pasó de 34 317 ha, con rendimiento de 8,30 t/ha (INEC, 2012) a el año 2018, donde esta área decreció a 22 099 ha, pero el rendimiento se duplicó a 18,9 t/ha (INEC, 2018; MAG, 2018). Estas mejoras se presentaron en zonas ubicadas entre los 2900 y 3300 msnm, con temperaturas que fluctúan entre 9 a 11°C (Bolaños, 2015). Se deduce que el incremento observado, posiblemente se debió a la mejora en la genética del cultivo, el uso semilla de calidad y la mejora de los sistemas cultivos como la densidad de cultivo, la fertilización y la participación de agricultores jóvenes (MAG, 2018; Basantes Vizcaíno *et al.*, 2020).

Las principales provincias con mayor rendimiento del tubérculo en fresco fueron Carchi, Cañar, Pichincha, Chimborazo y Loja (MAG, 2020). La provincia de mayor productividad es Carchi con una superficie sembrada de 10.229 ha, la producción de 254.653 t y rendimiento 24.90 t/ha, posee características edafoclimáticas sobresalientes y superiores al nivel nacional y posee un paquete de fertilización de los más elevados a nivel nacional. Estas características permitieron a la zona obtener mejores

resultados con respecto a las demás provincias (González *et al.*, 2016).

Importancia económica y de seguridad alimentaria

En general la agricultura en Ecuador aporta entre el 8 - 9% del producto interno bruto (PIB), convirtiendo al sector en uno de los principales pilares de la economía nacional (Renteria *et al.*, 2019; Sanchez Molina *et al.*, 2019). De la actividad agrícola, la papa es uno de los principales alimentos presentes en la mesa diaria por su variedad de usos dentro de la gastronomía. Al respecto Mora *et al.* (2018) menciona que la papa se constituye como una fuente importante de alimentación para las familias campesinas, y satisface y sustenta al 64% de la demanda nacional de papa.

Basantes *et al.* (2016) mencionan que el cultivo de papa se realiza en 45.000 unidades productivas; si cada una está integrada en promedio de cinco personas, alrededor de 225.000 personas dependen directamente de este tubérculo para su subsistencia, a esto hay que añadir alrededor de 150.000 personas adicionales que están involucradas indirectamente en el desarrollo de este rubro, tales como: transporte y comercialización; venta de agroquímicos; asistencia técnica; procesamiento; y otras.

Papa industria

Existe varios nombres para la papa tipo bastón: papa pelada cortada para fritura, papa prefritas congeladas, y francesa o French fries. Nadie está seguro acerca del origen de las papas fritas. Llegaron a ser populares en Francia a finales del siglo XVIII, sin embargo, datos que registran que su origen real fue en Bélgica. Los soldados americanos las llamaron primero "French fries", al ser introducidas por belgas de habla francesa durante la primera guerra mundial (McCain, 2020).

Las estadísticas mundiales de papa, para producción, superficie cosechada y rendimiento promedio (FAOSTAT, 2021), para el año 2019 fue de 370.436,581 toneladas, con una superficie cosechada de 17.340,986 hectáreas, por lo que el rendimiento promedio mundial fue de 21,4 toneladas por hectárea. En 2019 China fue el país con mayor producción obtenida de papa con 91.818,950 toneladas, con una superficie cosechada de 4.912,161 hectáreas, por lo que su rendimiento promedio fue de 18,7 toneladas por hectárea. Poco más de dos terceras partes de los 370 millones de toneladas de papa que se produjeron en 2019 se destinaron al consumo alimentario de las personas de una u otra forma. Básicamente antes el consumo de la papa era en fresco, sin embargo, esto ha ido disminuyendo especialmente en regiones en desarrollo. En la actualidad se elabora más papas para satisfacer una demanda en aumento de las industrias de los alimentos rápidos, aperitivos y alimento de fácil preparación. Esto es debido al crecimiento de la población urbana, el aumento de ingresos, la diversificación de la alimentación y el tiempo necesario para preparar el producto en fresco.

La industria de procesamiento está creciendo aceleradamente dentro del negocio mundial de alimentos, para ello el suministro de papa como materia prima es crucial. La elaboración de bastones y hojuelas de papa requiere de variedades diferentes a las usadas para el consumo en fresco, que deben cumplir con parámetros específicos que permitan garantizar la calidad del producto como son: características externas: tamaño y forma de los tubérculos, profundidad de los ojos, presencia de plagas, ausencia de defectos, daños y deformaciones el tamaño adecuado del tubérculo para elaborar bastones; característica internas: gravedad específica, sólidos totales, azúcares (no reductores y totales), ennegrecimiento enzimático,

sabor y valores nutritivos (Andrade, 1997).

A nivel nacional, el 80% de la producción se la consume en estado fresco, el 20% restante se utiliza en la agroindustria. Por otra parte, el MAGAP indica en el país que cada persona consume un promedio de 30 kg de papa al año, que igualmente resulta un dato no cercano a la realidad, debido a que existen provincias como Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Tungurahua, Bolívar y Pichincha donde su consumo puede superar fácilmente los 80 kg por año. Los usos industriales son variados: como papas fritas en forma de hojuelas “chips”, papa pelada y cortada tipo bastón, papa entera empacada al vacío y enlatada. En volúmenes pequeños se obtiene almidón y alcohol. La industrialización a lo largo de los años ha sido insuficiente, sin embargo, la demanda creciente por el consumo de productos procesados de la papa sigue en aumento (especialmente papa pelada y cortada tipo bastones). Esto puede explicarse, debido a que el ritmo y las condiciones de vida han ido evolucionando, originando un mayor número de personas que busca este tipo de alimentos (Pazmiño, 2010).

Las papas con valor añadido tipo bastón

Las papas con valor añadido tipo bastón, se caracterizan por estar listas para su consumo, normalmente se elaboraban a partir de variedades de papa mejoradas, con un requerimiento particular de tamaño y forma, bajo contenido de azúcares reductores y alto contenido de materia seca, que en forma congelada puede durar hasta un año. La papa importada prefrita congelada proviene principalmente de la Unión Europea para cubrir la demanda de las franquicias de comida rápida internacionales. Por otro lado, la papa procesada convencional, pelada y cortada que es usada por los restaurantes de pollos y carnes, pizzerías,

locales de hamburguesas, entre otros, es elaborada de forma artesanal con papa nacional por pequeñas o medianas microempresas o en sus propios locales.

Papa prefrita tipo bastón congelada importada

Para el año 2018 la importación de papas prefritas congeladas superaron las 10.565 t, siendo el doble del año 2006 que fueron de 5.244 t (BCE, 2019) (**Tabla 1**).

En el año 2019 se observa un ligero descenso, así mismo datos preliminares del 2020 reportan una reducción de hasta una 20% a nivel mundial de las importaciones debido a la presencia del SARS CoV 19. Sin embargo, en un análisis realizado desde 1995 este mercado ha crecido en 100%.

Las importaciones las realizan directamente las cadenas de comida rápida bajo franquicia en Ecuador, unas 20 empresas distribuidoras de alimentos congelados y supermercados (Hibon, 2008) como KFC, Supermaxi, Facundo, Ice man, Mc Donald, Burger King, Mi Comisariato, entre otras. El 88% de la papa es proveniente de la Unión Europea (SIPA, 2019). Los países proveedores son Holanda (48%), Bélgica (30%), Colombia (8%), Alemania (5%), Canadá (4%), Estados Unidos (3%) y Chile (2%). Su precio CIF Guayaquil en el 2015 llegó hasta 1,21 USD/kg, luego se observa una ligera tendencia a la baja, llegando su precio en 2019 a 1,03 USD/kg (Hibon, 2008). Esta disminución puede atribuirse a la reducción paulatina del arancel de importación previsto en el Acuerdo Comercial con la Unión Europea firmado el año 2017. Debemos indicar, que este producto está destinado principalmente a segmentos del mercado que tienen ingresos medios altos y que se encuentran en las principales ciudades.

Jacome *et al.*, 2007, Hibon, 2008, mencionan que aparte de las cadenas y

supermercados, se estima que en las ciudades de Quito y Ambato (y por extensión las otras de la Sierra) menos del 5% de los locales nacionales sin franquicia consumen esta papa prefrita

congelada importada, por razones de precio alto y porque la gran mayoría no está equipada de congeladoras con las características requeridas.

Tabla 1.- Importaciones anuales en toneladas de papa prefrita congelada tipo bastón por Ecuador entre los años 2000 a 2019.

Año	Cantidad (t)	CIF Miles (USD)	Precio implícito (USD)	Precio USD/ kg	Crecimiento (%)
2000	71,51	75,26		0,95	
2001	129,21	141,26		0,91	
2002	1.652,87	1.161,42		1,42	
2003	2.644,43	1.844,03		1,43	
2004	4.263,76	3.529,25		1,21	
2005	5.139,17	3.988,04		1,29	
2006	5.244,35	4.261,54		1,23	
2007	5.191,76	4124,79		1,26	
2008	5.218,06	4.193,17		1,24	
2009	5.204,91	4158,98		1,25	
2010	6.095	5.841,10	958,35	1,04	16
2011	7.256	7.465,22	1.028,90	0,97	19
2012	7.749	7.777,17	1.003,57	1,00	7
2013	8.393	8.980,16	1.069,99	0,93	8
2014	8.087	8.423,26	1.041,58	0,96	-4
2015	8.361	6918,36	827,42	1,21	3
2016	8.406	6.620,66	787,57	1,27	1
2017	9.677	8.687,70	897,75	1,11	15
2018	10.565	9.679,70	916,21	1,09	9
2019	9.304	9.009,77	968,38	1,03	-12

Fuente: MAG/SCA/DECA, BCE/SENAE. Elaboración: El autor

Papa procesada pelada y cortada tipo bastón para locales nacionales

En los restaurantes que preparan pollos y comida rápida en la ciudad de Quito, se presentó un consumo promedio de 1,2 t (12 qq) por semana por local, de lo cual, multiplicado por el universo de locales (168,35 locales que consume papa fresca) se necesitarían alrededor de 203 t

(4511,8 qq) de papa fresca por semana. En la ciudad de Ambato se presentó un consumo promedio de papa fresca de 1,46 t (32,5 qq) semanales y al multiplicarlo por el universo (61 locales) se tiene una demanda estimada de 89 t

(1979,7 qq) por semana necesarios para satisfacer la demanda en esta ciudad (Jacome *et al.*, 2007, Hibon, 2008). Al sumar las dos demandas se observa que el consumo de papa fresca asciende a un total de 296 t (6.490,5 qq) por semana, o de 296 120,5 kg de papa fresca.

Asumiendo que el consumo per cápita de esta papa prefrita sea el mismo en las otras ciudades principales del Ecuador, Hibon (2008) estima que la demanda de papa fresca de calidad para procesar supera las 23000 t/año, de las variedades aptas para freír como Capiro, Superchola y Friepapa.

Históricamente a partir de 1994 el consumo de comidas rápidas en el país ha aumentado a un ritmo anual del 6%. Hasta el año 2002 las industrias procesadoras utilizaban hasta 50.000 t/año, lo cual representa el 10% de la producción nacional. Se estima que en el 2021, este mercado de papa industrial representaría el 20% de la producción nacional. Corresponde la mitad para consumo por las pequeñas, medianas y grandes empresas, dedicadas a la venta y comercialización de papa pelada y cortada en bastones. Este dato actualmente puede superar las 30.000 t/año, es decir el 10 % de la producción nacional.

A esto debemos agregar, el otro 10% para el consumo de papa por parte de la industria de papa tipo chips o hojuelas, que no es parte de este estudio, que procesa las 31.000 t/año, restantes, es decir el 10,33%. Sumando un total de consumo de papa anual para la industria de alrededor de 61.000 t/año de la producción nacional.

Características de la papa pelada y cortada tipo bastón

La papa pelada y cortada consumida en los restaurantes de comida rápida, según Jacome *et al.*, 2007. requiere algunas características particulares en el tamaño

de los bastones. En Quito, el calibre preferido de bastones es de 1 x 1 cm debido a que el 77,8% de los locales le interesaría adquirir estos bastones y al 22,2% de locales le interesa los bastones de 1,2 x 1,2 cm de grosor. En Ambato, el 95,5% de locales prefiere bastones de 6 - 8cm de largo y el 59,05 bastón de grosor de 1 x 1 cm.

El empaque transparente del producto lo prefiere el 94.7% de los locales de Quito y el 81,3% de locales de Ambato y la mayoría de locales en Quito (63,2%) y en Ambato el 37,6% prefiere una cantidad por funda de 2 kg (Jacome *et al.*, 2007).

Otra limitante clave para la expansión de los pedidos de papa prefrita congelada en la Sierra es que menos del 5% de los locales cuentan con el equipo de congelación necesario para Quito y Ambato, a diferencia de la Costa donde este tipo de equipo es bastante generalizado. Este obstáculo se agudiza considerando que los dueños de los negocios ubicados en la Sierra “en su gran mayoría esperan que el promotor del proyecto le instale el equipo de frío en su local”, elevándose la inversión a realizar (Jacome *et al.*, 2007).

Variedades de papa para la industria

El INIAP liberó desde 1995 a 2019 (Cuesta *et al.*, 2014 y 2015) 12 variedades mejoradas utilizando los métodos de Pedigrí y de selección clonal, de la cuales, tres variedades son destinadas para la industria. Por otra parte, la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador ha desarrollado dos nuevos tipos de variedades de papa, Premium (CIP 301056.54) y Allipacha a partir de la población LT-LB introducida en 2011 del CIP, Lima, con buenas características para la fritura; adaptadas en diferentes localidades de la sierra ecuatoriana (**Tabla 2**).

Tabla 2. Caracterización química de variedades de papa para fritura tipo bastón: Premium y Allipacha ^{1,2}

Análisis	UCE Premium	UCE- Allipacha	T Studente Calculado
	X ±S	X ±S	
pH	6,13 ± 0,06 ^a	5,8 ± 0,0 ^b	-9,71
Sólidos Solubles (°Brix)	6,27 ± 0,06 ^a	5,07 ± 0,25 ^b	- 8,05
Acidez Titulable (g ácido clorogénico)	6,26 ± 0,2 ^a	6,97 ± 0,21 ^a	4,18
Materia seca (%)	20,81	21,36	
Azúcares reductores*	0,13 ± 0,02 ^a	0,41 ± 0,01 ^a	15,81

¹Media ± Desviación estándar (n=3)

²t de student tabla. Los resultados se expresan como promedios, las letras diferentes indican diferencias significativas entre variedades.

*Base húmeda

Fuente: (Tipán, 2017).

Estas se caracterizan por poseer buenas cualidades para la industrialización como: alto contenido de materia seca, bajo contenido de azúcares reductores y alta tasa de rendimiento, además poseer baja susceptibilidad a plagas y enfermedades y tasas de producción elevadas; mismas que son requeridas para el procesamiento de papa tipo bastón (Andrade & Rojas, 2016).

Las variedades UCE Premium y Allipacha, presentan contenidos de azúcares reductores entre 0,13 ±0,02 y 0,41 ± 0,01, respectivamente (**Tabla 3**), el porcentaje de reducción obtenido en la variedad Premium fue de 72.3 %; y en la variedad Allipacha un 79.05 %. (Tipán, 2017).

Políticas estatales para reducir las importaciones

Desde el año 2013, se inició el establecimiento de medidas económicas para disminuir los márgenes de importación en el país. Las metas de disminuir las importaciones no se han cumplido, en el año 2017 el Gobierno Nacional inicio un proceso de sustitución

de importaciones en diferentes sectores económicos y uno de ellos es el agrícola. Los resultados no son alentadores debido a la presión de las empresas importadoras transnacionales que ofrecen ventas de servicios de comercialización de papa prefrita y especialmente los intermediarios importadores que proveen a restaurantes de comidas rápida tienen poco interés en iniciar procesos de producción y posterior procesamiento en el país. Aunque aparentemente no representa una amenaza para la producción nacional de papa, se debería retomar la política de reducción de importaciones.

Las empresas importadoras identifican varias limitantes para procesar papa nacional. La escasa especialización del sector productor de papa, para ofertar una papa de calidad que cumpla con los requerimientos de la industria, con precios muy variables, condiciones climáticas poco predecibles, como son escasas de precipitaciones, presencia de heladas, granizadas y últimamente la punta morada, lo que ocasiona inestabilidad en la oferta frente a una

demanda relativamente estable (Montedeoca, 1998).

Tabla 3. Características principales de las variedades mejoradas de papa (Murillo, 1980), (INIAP, 2020) y Universidad Central del Ecuador (Andrade & Rojas, 2016)

	María	Superchola	Fripapa 99	Premium, Allipacha
Características de la variedad	Alto rendimiento, Medianamente resistente a lancha, buena calidad culinaria y nutritiva. Semitardía.	Susceptible a lancha. Maduración 180 días. Tardía.	Resistente a lancha. Maduración 150 días. Semitardía.	Premium: Moderadamente susceptibles <i>Rhizoctonia</i> sp. y tolerante a <i>Pectobacterium</i> spp. Susceptible a tizón tardío. Madurez de 135 días, es moderadamente Allipacha: Resistente a tizón tardío. moderadamente resistente a <i>Rhizoctonia</i> sp. Moderadamente susceptible a <i>Pectobacterium</i> spp. Madurez de 110 días. Precoz
Usos	Industria procesamiento. Papa frita tipo bastón.	Consumo en fresco y procesamiento	Industria procesamiento-Chips y consumo en fresco.	Industria procesamiento. Chips y papa frita en bastón.
Características de calidad	21.4%	24%	23,9%	Premium: 20,81%
-Materia Seca %			0,012%	Allipacha: 21,36%
-Azúcares Reductores				Premium: 0,06%
				Allipacha: 0,04 %

Fuente: Cuesta *et al.*, (2014 y 2015). Andrade *et al.* (2016), Murillo (1980).

Hibon (2008) en un estudio de consultoría, señala que entre Enero 2000 y Mayo 2008 (101 meses), para CONPAPA y con una meta de una utilidad bruta del 18%, el precio de la materia prima en el mercado mayorista estuvo 11 meses por encima de su precio referencial de 14 USD/qq. Mientras para la otra empresa privada, con una meta de utilidad bruta del 25%, el precio de la materia prima estuvo 23 meses por encima de su precio de referencia de 11.75 USD/qq.

Considerando una de las recomendaciones realizadas por Jacome *et al.* (2007) es que en la planta procesadora el costo por kg de papa prefrita debería ser menor a 1,00 USD para captar un 80 % de la demanda existente, debido a que los locales están dispuestos a pagar entre 0,80 USD/kg y 1,00 USD/kg. Los agricultores deberían recibir un precio de 0,31 USD/kg de materia prima, es decir 14 USD/qq con un PVP de 0,85 USD/kg de papa prefrita. Mientras, para que el costo unitario de 1 kg de papa prefrita no supere el PVP de

1,20 USD/kg con todos los gastos incluidos (Hibon, 2008). Las empresas procesadoras importadoras consideran que el precio de la papa materia prima no debería superar 0,26 USD/kg, es decir 11,75 USD/qq. Hoy con un precio de la materia prima por encima de los 20 USD/qq, el precio de venta al público de la papa prefrita supera 1,30 USD/kg y la rentabilidad de la operación es negativa (Hibon, 2008).

El costo de producción de papa se ha elevado asociado al precio de los insumos agrícolas como los fertilizantes (urea), cuyo precio internacional se ha duplicado (mayo de 2020, 200 a 410 USD/t) debido al incremento del precio del petróleo, internamente el costo del transporte también elevó su flete por esta misma causa. El incremento del contrabando de los países vecinos Colombia y Perú. Por ejemplo, el precio en Colombia en el año 2020 llegó entre USD 5,17, en la actualidad se ha recuperado a USD 10,34 los 50 kilos, el precio de la tonelada en el 2021 fue de USD 413,6 (Informe Corabastos, 2021). En Ecuador, el precio promedio de la papa no ha descendido de USD 22, con el precio de la tonelada USD 880 (Mercado Mayorista de Ambato, 2021). Esta diferencia en el precio de la tonelada explica por qué el interés por la compra de papa de Colombia, y

Estrategias para mejorar el cultivo de la papa

Establecer proyectos que promueven el uso de variedades para la industria, a través de alianzas estratégicas en sistemas de producción de semillas eficientes, que entreguen al agricultor material de categoría certificada, por ejemplo la empresa procesadora con la variedad Fripapa, uso una estrategia de entrega a semilla básica a productores vinculados, para su multiplicación, por diferentes técnicas como brotes, diferentes tipos de esquejes, y un control

continuar siendo un mercado ilegal para el contrabando.

Los subsidios al productor por parte del gobierno a través de entrega del kit de insumos (fertilizantes y plaguicidas) por parte de las empresas de agroquímicos, no fueron una solución, debido a que se beneficiaron las principales empresas de agroquímicos, que miraron un negocio redondo al complementar con la venta de semilla de papa, que muchas veces su calidad estuvo cuestionada. Además, que no es una política consecuente con el ambiente.

La conformación en el 2017 de la primera empresa procesadora de papa prefrita tipo bastón del Carchi (NUTRIPAPA) por parte de un grupo de agricultores, donde se cometieron varios errores. El primero, que los agricultores estén cargo de las operaciones en la planta procesadora en el control de calidad y responsables directos de las decisiones de compra. El segundo error fue, que la inversión estuvo a cargo de fondos estatales provenientes de las Corporación Financiera Nacional (CFN) y el Ministerio de Industrias y Productividad (Mipro), a través de un crédito de 750 mil dólares para la implementación de la infraestructura técnica y física de la planta. Lo recomendable habría sido una alianza con un inversionista privado.

de calidad estricto. En un plazo de tres años, el agricultor se comprometía a entregar la papa comercial para su procesamiento, donde la empresa retenía un porcentaje del 3% en el precio de cada kilogramo como reconocimiento al uso de la variedad (regalías) y la semilla se debía vender a otros productores interesados. Jimenez, (2005), estableció el grado de adopción de la variedad, comparando la productividad y beneficio económico de I-Fripapa-99 frente a otras variedades y determinando la tasa de retorno a la inversión realizada en la generación, transferencia de tecnología y

posicionamiento de la variedad. Los resultados indican que en el año 2004, I-Fripapa-99 abarcó un 5,93% de la superficie cultivada a nivel nacional, se muestra como una buena alternativa productiva si la producción es destinada hacia nichos de mercado que aseguren precios altos (>5,2 USD/qq en promedio). Para ese mismo año, la variedad ha generado un VAN de 721,67,41 USD, una TIR del 26,3 % y una relación Beneficio costo de 1 : 1,2.

Según Cuesta *et al.* (2015), existe la necesidad de nuevas variedades a pesar del gran número existente, debido al requerimiento por parte de los diferentes usuarios de nuevas variedades que aporten más beneficios económicos a través de mayores rendimientos a menor costo de producción, con resistencia a plagas y enfermedades que sean amigables con el ambiente al reducir el uso de pesticidas. Deben ser más eficientes en el uso de agua y minerales especialmente nitrógeno y fósforo. Además, es necesario desarrollar variedades que se adapten a las preferencias de los diferentes actores de la cadena de valor por cada zona, que satisfagan los nuevos hábitos de consumo y se adapten al cambio climático, lo cual ha ocasionado que nuevos problemas de naturaleza biótica y abiótica se conviertan en limitantes del cultivo.

comprar papa de bajo costo cuando existe una sobreoferta y usarla en momentos de escases. Esto conlleva problemas de almacenamiento con las variedades, que en su mayoría no fueron desarrolladas para estas condiciones, no así la variedad Diacol Capiro que presenta una ventaja al tolerar entre 6 y 12 meses de almacenamiento. Esto último, debería ser un tema de investigación por parte de los programas de mejoramiento genético de la papa en Ecuador.

Los primeros esfuerzos de los fitomejoradores en el Ecuador liderados por el INIAP, se centraron en la selección para rendimiento y resistencia a enfermedades. Luego se incorporaron criterios de aspecto de tubérculo (forma, profundidad de ojos, color de piel, pulpa, etc.), posteriormente se adicionaron caracteres de conservación para almacenamiento, resistencia a golpes durante el transporte y manipuleo (Cuesta *et al.*, 2015). Actualmente, se han incluido criterios de calidad del tubérculo, contenido de materia seca, azúcares reductores, carotenoides, vitaminas, minerales, etc. El proceso de fitomejoramiento, por las características de reproducción del cultivo (vegetativa), sumado, a la naturaleza tetraploide y a la forma de realizar el mejoramiento (cruzamientos y pedigrí) hacen este proceso largo que puede durar hasta 12 años para la obtención de la variedad mejorada (Cuesta *et al.*, 2015). Además, si no se tienen una estrategia de difusión de las nuevas variedades aún es necesario un periodo similar para que la variedad sea comercializada y difundida a gran escala.

Actualmente algunas empresas, para equilibrar el precio de la materia prima han construido sitios de almacenamiento de papa con condiciones controladas de temperatura y humedad. Esto ocasiona,

Los nuevos desafíos y perspectivas

En la última década se ha incrementado los negocios de comidas rápidas que fomentan el consumo de productos como las papas prefritas congeladas (PPFC) en las principales ciudades del Ecuador, con una demanda importante de este producto, mismas que son importadas desde el extranjero, tal como se describió en párrafos precedentes. El proceso de sustitución de importaciones que impulsa el Gobierno Nacional tiene algunos resultados en diferentes sectores

económicos y uno de ellos es el agrícola, donde la siembra de las variedades Diacol Capiro y Única, obtenidas por la Universidad Nacional de Colombia (Moreno Mendoza, 2000; Ñustez, 2021), mostraron una buena calidad para PPFC, y buena adaptación en la Sierra Centro y en Carchi, lo que permitió proveer del producto a las cadenas internacionales de comida rápida. La variedad I-Fripapa 99, aunque la forma redonda del tubérculo no es la requerida por la industria, que demanda PPFC de forma oblongo u oblongo alargado, con tamaños de bastones de 8 a 10 cm de largo, ha logrado ser una alternativa por sus características intrínsecas de calidad como alto contenido de materia seca 23,9 % y bajos contenido de azúcares reductores (-0,012%).

Consideramos que el tema de generar variedades aptas para la industria es complejo, debido a que este carácter está altamente asociado con muchos factores ambientales, como son el contenido de materia seca (Minhas et al., 2004) y el contenido de azúcares reductores (Kumar et al., 2004; Duarte Delgado et al., 2016). Este último determinado no solo por la variedad sino también por el manejo del cultivo y por la posterior conservación de los tubérculos. Se sabe que existe una amplia gama de concentraciones de azúcar entre los genotipos de papa, lo cual es una indicación de que este carácter tienen

altos en la parcela más alta que en la parte más baja. Sin embargo, Nelson y Shaw (1976) informaron que los tubérculos zonas altas no afectaron el contenido de glucosa o fructosa y hubo un pequeño efecto sobre la sacarosa de los tubérculos.

La evaluación fenotípica de la calidad de fritura de papa se ha realizado mediante estudios de mapeo de ligamiento y asociación generalmente se ha realizado a través del uso de escalas visuales de color de fritura de chips (Werij et al.,

control poligénico, por lo tanto, está muy influenciado por las condiciones ambientales (Halford *et al.*, 2012).

Las papas destinadas a la elaboración de papas fritas tipo bastón deben tener poco azúcar, para evitar que el producto se oscurezca por reacción no enzimática, reacción de Maillard (Kumar *et al.*, 2004). El contenido de azúcar de las papas está determinado por el genotipo y varios factores previos y posteriores a la cosecha. Los principales factores previos a la cosecha que afectan el contenido de azúcar son la madurez del cultivo, la temperatura durante el crecimiento, el fotoperiodo, la intensidad de luz (Demagante y Vander Zaag, 1988), la nutrición mineral y el riego, mientras que los factores posteriores a la cosecha más importantes son la tensión mecánica y las condiciones de almacenamiento (Kumar *et al.*, 2004). Cada genotipo requiere un tratamiento ideal antes y después de la cosecha para mantener bajos los niveles de azúcar; cualquier tipo de estrés da como resultado la acumulación de azúcar (Kumar *et al.*, 2004). Asimismo, Carlson (1970) estudió la temperatura del suelo en diferentes alturas de cultivo de la papa y en diferentes fechas de cosecha en Suecia, encontrando que los azúcares reductores aumentan desde la primera a la última cosecha con una caída simultánea de la temperatura. Los valores del contenido de azúcar eran más

2012, Li, 2013, Schreiber *et al.*, 2014). Sin embargo, estos estudios pueden beneficiarse de la cuantificación adicional de la variabilidad de los precursores de la reacción de Maillard, considerando el tipo y contenido de azúcares individualmente, en poblaciones de trabajo y colecciones de germoplasma. Este enfoque cuantitativo para la comprensión del carácter de calidad de fritura ayudará a hacer más precisa la identificación de genotipos con problemas a la síntesis de pigmentos

oscuros y acrilamida (Muttucumaru *et al.*, 2014).

Está claro que las variedades cultivadas en la zona andina en general y las ecuatorianas en particular no son aptas para satisfacer la demanda cada vez creciente de la industria de papas prefritas y las cadenas de comidas rápidas, por lo que se requiere de otro tipo de materiales, quizá más de tipo *tuberosum*. Estas nuevas variedades además de tener altos rendimientos, alto contenido de materia seca, ser precoces y resistentes a enfermedades, no deben incrementar los azúcares reductores en las alturas y los fríos intensos, donde normalmente la papa es cultivada, para no ocasionar el quemado de las papas durante la fritura. En este sentido, existe un potencial poco explorado, como es el cultivo de este tubérculo en la provincia Manabí, particularmente en las zonas de costa, donde probablemente, se podría conseguir mayores cosechas y mejor calidad de producto para la elaboración de papas prefritas congeladas en bastón (french fries). Además, esta actividad podría articular comercialmente a los actores de la cadena de valor de la papa (Gabriel *et al.* 2017), con el propósito de fortalecer el flujo de semilla de papa formal de las zonas altas hacia las zonas de costa.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar las consideraciones realizadas por Ordinola y Devaux

acciones y políticas requeridas para sostener la cadena de la papa y sus actores y responder ágilmente a los desafíos y oportunidades.

Agradecimientos

Al Proyecto Fontagro “Papas resilientes al cambio climático para la región andina (AndesPapa)” (Código: 1189), a la Universidad Central del Ecuador y a la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

(2021), sobre la información para comprender los efectos pos-pandemia de la COVID-19 sobre el sector papa en la región andina y sus consecuencias para los actores de esta cadena, especialmente los pequeños productores. No observaron en promedio una disminución importante en la producción de papa en la región por causas ligadas a la COVID-19. Sin embargo, hubo problemas en la cadena relacionados con la contracción de venta de la cosecha por dificultades de transporte y de comercialización acompañadas por una disminución de precios. La reducción de los ingresos de los productores tiene implicancias primero para la rentabilidad del cultivo, pudiendo influir en la continuación efectiva de la producción agrícola y en las futuras decisiones de siembra. En segundo lugar, la reducción de ingresos tuvo un efecto sobre la seguridad alimentaria de las familias reduciendo la diversidad de la dieta e incrementando el consumo de alimentos básicos, menos nutritivos, extendiendo la malnutrición. Las medidas de apoyo del Estado en los países, tanto en el campo como en la ciudad, fueron limitadas y constituyeron un alivio temporal. Las dificultades generadas por la crisis sanitaria hacen resaltar los problemas de la agricultura familiar y la alta vulnerabilidad de los productores. En este trabajo los autores Ordinola y Devaux, 2021, incluyen algunas conclusiones y recomendaciones sobre

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Referencias citadas

Andrade, H., & Rojas, V. (2016). Información técnica, evaluación agronómica, adaptación y pruebas de fritura sobre las variedades para fritura: Premium & Allipacha. Universidad Central del Ecuador, 115p.

- Andrade, H. (1997). Requerimientos cualitativos para la industrialización de papa. INIAP, 22, 23.
- Banco Central del Ecuador (BCE). (2019). En 2.-2. Cuentas provinciales, Banco Central del Ecuador. (págs. 23-45). Quito. [Link](#)
- Basantes Vizcaíno, T.F.; Aragón Suárez, J.P., Albuja Illescas, L.M. y Vázquez Hernández, L. (2020). Diagnóstico de los costos, rendimientos de producción y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Zona 1 del Ecuador, año 2019. *Agronegocios* 6(2), 103-120. [Link](#).
- Basantes, F., Albuja, M., y Vélez, A. (2016). Caracterización de la Cadena Agroproductiva de la papa y su fluctuación de los precios en mercados mayoristas de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. *Economía Agraria*, 19, 18–30. [Link](#)
- Bolaños, A. (2015). Evaluación de diferentes orígenes de semilla de papa (*Solanum tuberosum* L.) provenientes de tres sistemas de producción en dos localidades de la sierra ecuatoriana. [Tesis, Universidad Central del Ecuador]. [Link](#)
- Carlson, H. (1970). Production of potatoes for chipping. Uppsala, Sweden: The Agricultural College of Sweden. 65 p.
- Cuesta, X., Rivadeneira J., Monteros C. (2015). Mejoramiento Genético de papa: Conceptos, procedimientos, Gabriel, J., Oros, R., Nisttahusz, S., Rodríguez, F. y Mendoza, O. (2017). Experiencia piloto del cambio varietal en los mercados de papa con aptitud para la industria en Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 21 (1), 93-119. [Link](#)
- González, S., Salazar, C., Monteros, A. (2016). Rendimientos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Ecuador: Ciclo 2016. metodologías y protocolos. Quito (Ecuador), Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito, Ecuador. [Link](#)
- Cuesta, X., Rivadenerira, J., Pumisacho, M., Montesdeoca, F., Velázquez, J., Reinoso, I., Montero, C. (2014). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. 2ª. Ed. INIAP, Quito, Ecuador. [Link](#)
- Demagante, A. L., & Vander Zaag, P. (1988). The response of potato (*Solanum* spp.) to photoperiod and light intensity under high temperatures. *Potato Research*, 31(1), 73–83. [Link](#)
- Duarte-Delgado, D., Nústez-López, C.E., Narváez-Cuenca, C.E., Restrepo-Sánchez, L.P., Melo, S., Sarmiento, A. Kushalappad, A. and Mosquera-Vásquez, T. (2016). Natural variation of sucrose, glucose and fructose contents in Colombian genotypes of *Solanum tuberosum* Group Phureja at harvest. *J Sci Food Agric*, 96, 4288–4294. [Link](#)
- FAOSTAT (2021). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Datos sobre Alimentación y Agricultura <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Fernández, E.M. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. FONADE e IDEAM, Bogotá, Colombia. [Link](#)
- VII Congreso de la Papa, Quito, Ecuador. [Link](#)
- Gutiérrez-Rosales, R., Espinosa-Telles, J. y Bonierbale, M. (2007). UNICA: variedad peruana para mercado fresco y papa frita con tolerancia y resistencia para condiciones climáticas adversas. *Revista latinoamericana de la Papa*, 14(1), 41-50. [Link](#)
- Halford, N.G., Curtis T.Y., Muttucumar, N., Postles, J., Elmore,

- J.S. and Mottram, D.S. (2012). The acrylamide problem: a plant and agronomic science issue. *J Exp Bot*, 63, 2841–2851. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/ers011>
- Hibon, A. (2008). Informe de Consultoría: Apoyo a la implementación de procesos de generación de valor agregado en el CONPAPA. Ambato-Ecuador.
- Huamán, Z. y Spooner, D.M. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). *Am. J. Bot.*, 89, 947-965. <https://doi.org/10.3732/ajb.89.6.947>
- Informe Corabastos (2021). Otra vez esta costosa la papacriolla. [Link](#)
- INEC (2012). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Quito, Ecuador.
- INEC (2018). Estadísticas agropecuarias – ESAG. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. [https:// Link](https://link)
- JacomeP. (2008). Estudio de mercado de papa prefrita en las ciudades de Quito y Ambato. [Tesis, Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas]. [Link](#)
- Jimenez, J. (2005). Evaluación del impacto económico de la variedad I-Fripapa 99 en la Sierra ecuatoriana en el período 1992 – 2004. Estudio de caso. [Tesis, Universidad Central del Ecuador]. [Link](#)
- Potato Research*, 47(3-4), 113–126. [Link](#)
- Miranda, J. (2013). Gestión de proyectos. 7th ed., M y M , Bogotá, Colombia. [Link](#)
- Montesdeoca, F. (1998). El mercado de la papa para la agroindustria tiene un crecimiento significativo demandando especialización y organización gremial de los productores. Tesis, Universidad Internacional SEK, Quito.
- Kumar, D., Singh, B.P., and Kumar, P. (2004). *An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. Annals of Applied Biology*, 145(3), 247–256. [Link](#)
- Li, L, Tacke, E., Hofferbert, H.R., Lübeck, J., Strahwald, J., Draffehn, A.M. *et al.*, (2013). Validation of candidate gene markers for marker-assisted selection of potato cultivars with improved tuber quality. *Theor Appl Genet*, 126,1039–1052 [Link](#)
- López Feldman, A. (2015). Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina. CEPAL, Santiago, Chile. [Link](#)
- McCain, F. (2020). Alimentos *Mc Cain*. *Preguntas frecuentes* .
- MAG (2018). Informe de rendimientos de papa en el Ecuador 2017. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador. <https://docplayer.es/112425213-Informe-de-rendimientos-de-papa-en-el-ecuador-2017.html>
- MAG. (2020). Rendimientos de papa en el Ecuador - 2018. Obtenido de [Link](#)
- Mercado Mayorista de Ambato. (2021). Proceso de registro de precios, 22/02/2021. [Link](#)
- Minhas, J.S., Rai, V.K., and Saini, H.S. (2004). Carbohydrate metabolism during tuber initiation in potato: A transient surge in invertase activity marks the stolon to tuber transition.
- Monteros, C. y Altamirano, A. (2018). On-farm conservation of potato landraces in Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 36: 198-200. [Link](#)
- Mora, J., Velasco, C., Mejía. A. and Flores, R. (2018). Midiendo pérdidas en la cadena papa en Ecuador. Quito, Ecuador. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. [Link](#)
- Moreno Mendoza, D. (2000). Variedades depapa cultivadas en

Colombia. Programa Regional de Investigación Agrícola, AGROSAVIA, Tibaitatá. Colombia. [Link](#)

Murillo, V. (1980). María, Variedad de papa para la zona central de la sierra ecuatoriana. INIAP, Quito, Ecuador. [Link](#)

Muttucumaru, N., Powers, S.J., Elmore, J.S., Briddon, A., Mottram, D.S. and Halford, N.G. (2014). Evidence for the complex relationship between free amino acid and sugar concentrations and acrylamide-forming potential in potato. *Ann Appl Biol*, 164, 286–300. <https://doi.org/10.1111/aab.12101>

Nelson, D.C. and Shaw, R. (1976). Effect of planting and harvest dates, location in hill and tuber size on sugar content of Kennebec potatoes. *American Potato Journal*, 5, 15-21. [Link](#)

Ñustez, C. (2021). Variedades liberadas por la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, [Link](#)

Pallo Paredes, E.L., Guapi Auquillas, A.P., y Mullo Paucar.V.M. (2020). Agrobiodiversidad de papa nativa en la provincia de Tungurahua. *Siembra* 8 (1), e2273 001–014. [Link](#)

Pazmiño, L. (2010). Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón. (Ingeniera en Alimentos), Universidad Técnica de Ambato, Ambato- Ecuador.

Spooner, D.M., Ghislain, M., Simon, R., Jansky, S.H. and Gavrilenko, T. (2014). Systematics, Diversity, Genetics, and Evolution of Wild and Cultivated Potatoes. *The Botanical Review*, 80: 283-383. [Link](#)

Van Eck, H.A. (2007). Genetics of morphological and tuber traits, in *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*, ed. by Vreugdenhil D, Bradshaw J, Gebhardt C, Govers F,

Renteria A., Gaethe R., Oñate, J., Coronel J. y Salazar C. (2019). Panorama agroeconómico: Ecuador 2019. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección de análisis de la información agropecuaria. Sistema de información pública agropecuaria

Rodríguez-Reyes, M. (2009). La función de los mercados mayoristas en los centros urbanos de Colombia. Bogotá: FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Link](#)

Salas, A., Tay, D. y Juarez, H. (2010). Recursos Genéticos de la papa en el Perú y el Mundo. In: XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa ALAP 2010, INIA, Cusco-Perú p. 51. [Link](#)

Sánchez, V.H. y Zambrano M., J.L. (2019). Adopción e impacto de las tecnologías agropecuarias generadas en el Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol.30(2):28-39. [Link](#)

Schreiber, L., Nader-Nieto, A.C., Schonhals, E.M., Walkemeier, B. and Gebhardt, C. (2014). SNPs in genes functional in starch-sugar interconversion associate with natural variation of tuber starch and sugar content of potato (*Solanum tuberosum* L.). *G3 Genes Genom Genet*, 4,1797–1811. [Link](#)

(SIPA). Quito – Ecuador. [Link](#)

MacKerron DKL, Taylor MA et al. Elsevier, Oxford, pp. 91–111. [Link](#)

Tipán, D. (2017). Aplicación de fritura al vacío y convencional en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) para fritura: Premiumy Allipacha. [Tesis, Universidad Tecnológica Equinoccial]. [Link](#)

Velázquez, E. (2012). *Mercadotecnia de bienes y servicios*. (Primera edición). Estado de México: Red Tercer milenio. [Link](#)

Werij, J.S., Furrer, H., van Eck, H.J., Visser, R.G.F. and Bachem, C.W.B. (2012). A limited set of starch related genes explain several interrelated traits in potato. *Euphytica* 186, 501–516 (2012). [Link](#)