



TOMATE "PONCHO NEGRO"

HISTORIA, RESCATE Y PERSPECTIVAS DE UN
CULTIVO OLVIDADO DE LA XV REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

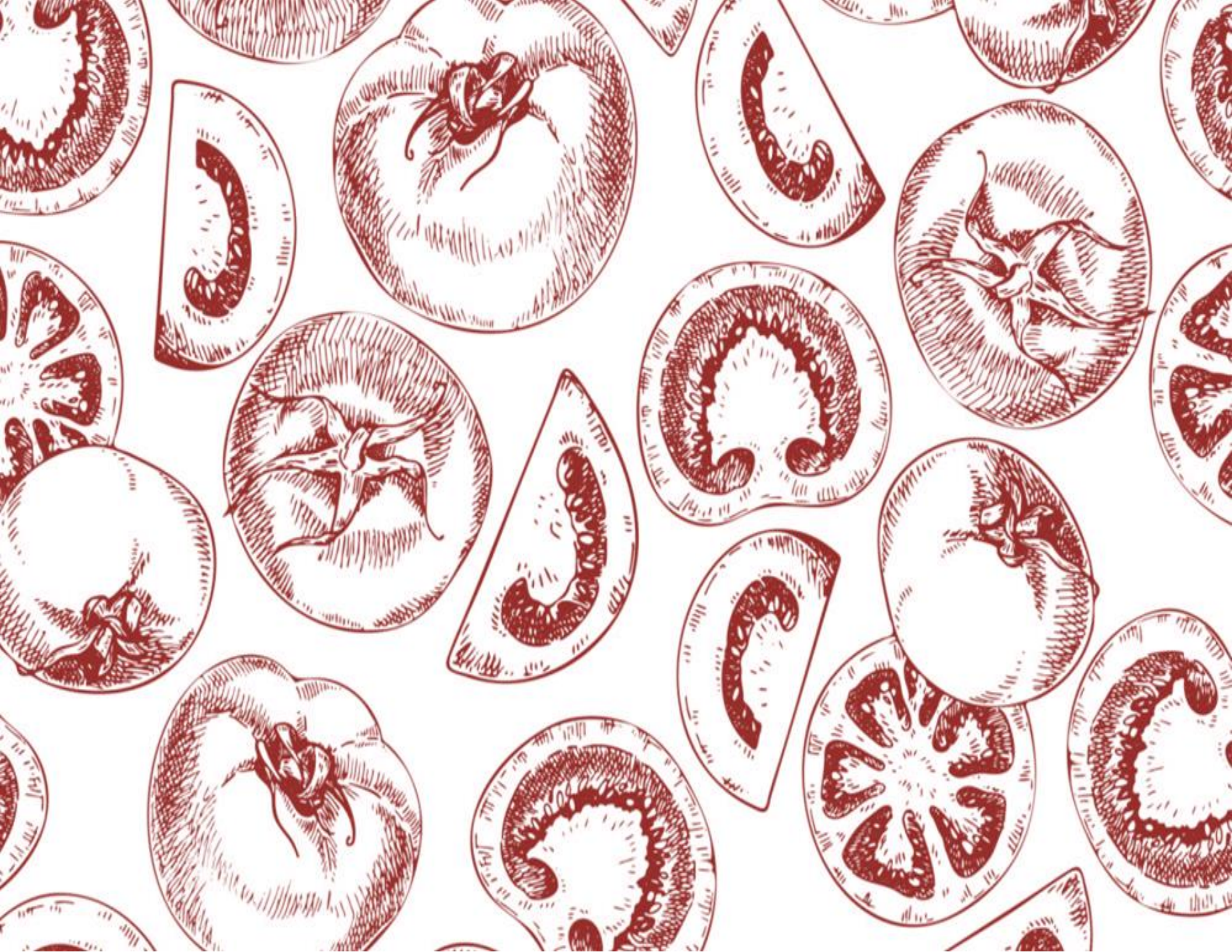
EDICIONES UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ

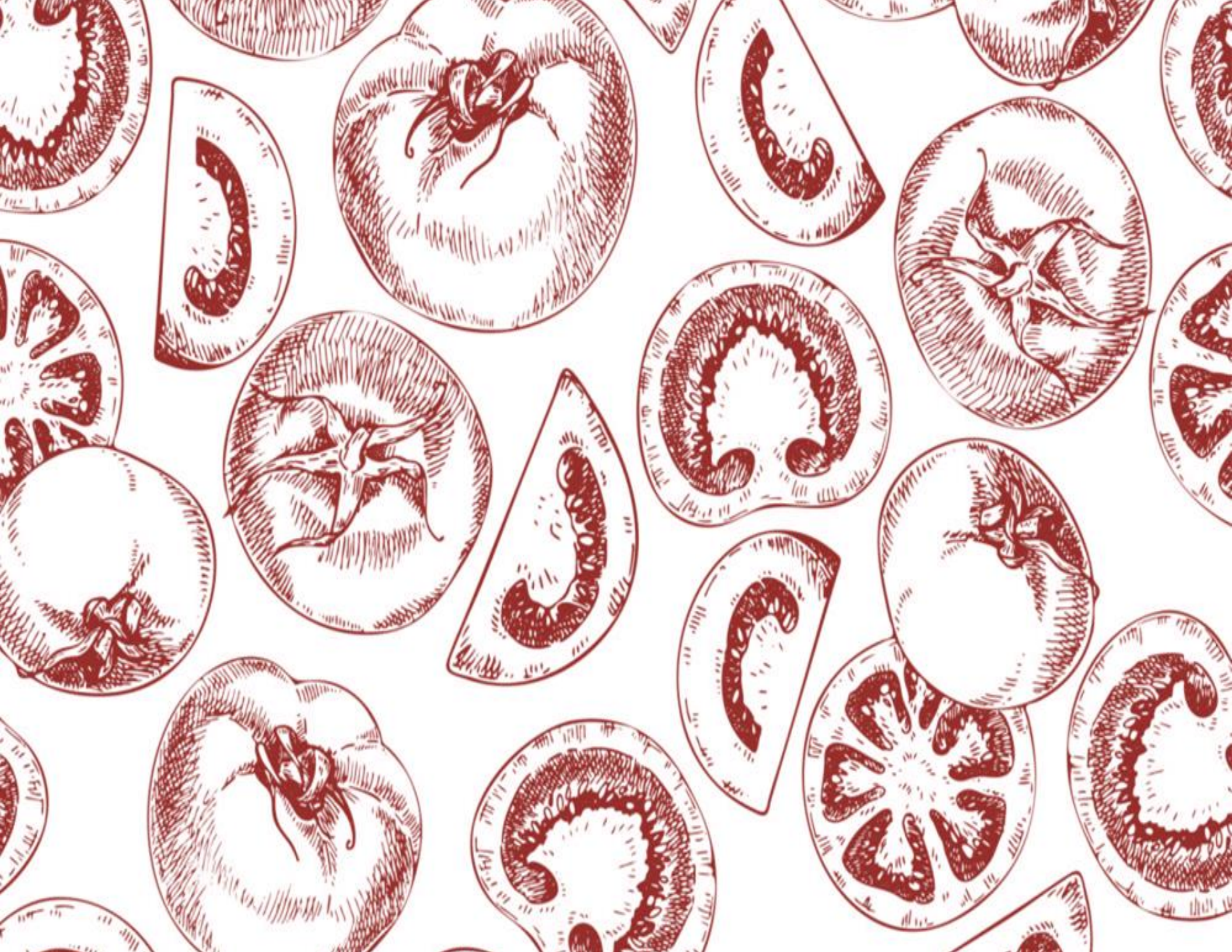
2020

En la actualidad existe consenso mundial respecto a la importancia de conservar y revalorizar la diversidad de recursos fitogenéticos existentes en los ecosistemas agrícolas locales, al representar una inexplorada fuente de información genética que podría ayudar en el futuro, a enfrentar el incierto panorama en que deberán desarrollarse los cultivos, ante el inminente cambio climático global y sus efectos en la producción de alimentos. En este sentido, nuestros esfuerzos se han centrado en el rescate del tomate "Poncho Negro", introducido hace más de 50 años al valle de Lluta, ubicado en la XV Región de Arica y Parinacota, que logró adaptarse y desarrollarse en presencia de estrés abióticos permanentes, siendo reconocido en el mercado en los años 70 - 80 por sus especiales características de sabor y color típicas de los tomates cultivados por nuestros antepasados y que al igual que muchos otros cultivos, fue desplazado del mercado por nuevas variedades comerciales.

Gracias a los trabajos realizados por la Universidad de Tarapacá en los recientes años se ha logrado recuperar su semilla, reconstruir su historia, caracterizar y determinar nuevos manejos agronómicos, planteando nuevas perspectivas para su cultivo en beneficio de la pequeña agricultura del valle de Lluta, información que deseamos compartir con ustedes, con el fin de incentivar la conservación de los recursos fitogenéticos de interés agrícola en nuestra zona y traer al presente, aquellos aromas y sabores perdidos que hoy en día son valorados por mercados demandantes de productos únicos y diferenciados.

Elizabeth Bastías Marín
Directora Proyecto CD UTA1795







Ediciones Universidad de Tarapacá
Publicación realizada con aportes del
Convenio de Desempeño CD UTA1795

TOMATE "PONCHO NEGRO"

Historia, rescate y perspectivas de un cultivo olvidado de la XV Región de Arica y Parinacota.

Primera edición: **Julio, 2020.**

Impreso en: Andros Impresores Ltda.

ISBN: **978-956-6028-12-3**

Registro de Propiedad Intelectual: **2020-A-2657**

Autores:

Elizabeth Bastías Marín, Bióloga, Dra. Fisiología Vegetal.

Yeny Angel Rojas, Ingeniera Agrónoma.

Wladimir Esteban Condori, Ingeniero Agrónomo, Mg. Horticultura.

Richard Bustos Peña, Ingeniero Agrónomo, Mg. Horticultura.

Elvis Hurtado Cortés, Ingeniero Agrónomo.

Patricia Pacheco Cartagena, Químico Laboratorista, Licenciada en Química Analítica.

Universidad de Tarapacá.

Departamento de Producción Agrícola.

Facultad de Ciencias Agronómicas.

Contacto: ebastias@uta.cl

Comité Editorial:

María Isabel Manzur, Ph. D. Zoología, Fundación Chile Sustentable, Chile.

Rodomiرو Ortiz R. PhD Plant Breeding & Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Suecia.

Faride Tiara P. Ingeniera en Agronegocios. Asesora y gestora de proyectos, Confederación Nacional Campesina (CONAGRO).

TOMATE "PONCHO NEGRO"

HISTORIA, RESCATE Y PERSPECTIVAS DE UN CULTIVO OLVIDADO
DE LA XV REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

EDICIONES UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
PRIMERA EDICIÓN
2020

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud a los agricultores del valle de Lluta que han brindado su apoyo en las actividades realizadas por nuestro equipo de trabajo, mostrando su interés por conservar este germoplasma agrícola. Al señor Sergio Velásquez (funcionario de campo) y Elvis Hurtado (Ingeniero Agrónomo), pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agronómicas de esta casa de estudios, por la donación de las primeras semillas rescatadas y multiplicadas para su preservación e incorporación en diferentes investigaciones y proyectos.

Mencionar el trabajo realizado por José Fabián López, el cual permitió conocer y comprender la relación histórico-cultural de los agricultores con este cultivo en el valle.

Finalmente, a todos los que han confiado en el trabajo realizado por los profesionales de nuestra facultad, que a través de diferentes iniciativas han intentado proteger, revalorizar y potenciar los atributos de este tomate, nuestra mención y sincero reconocimiento.

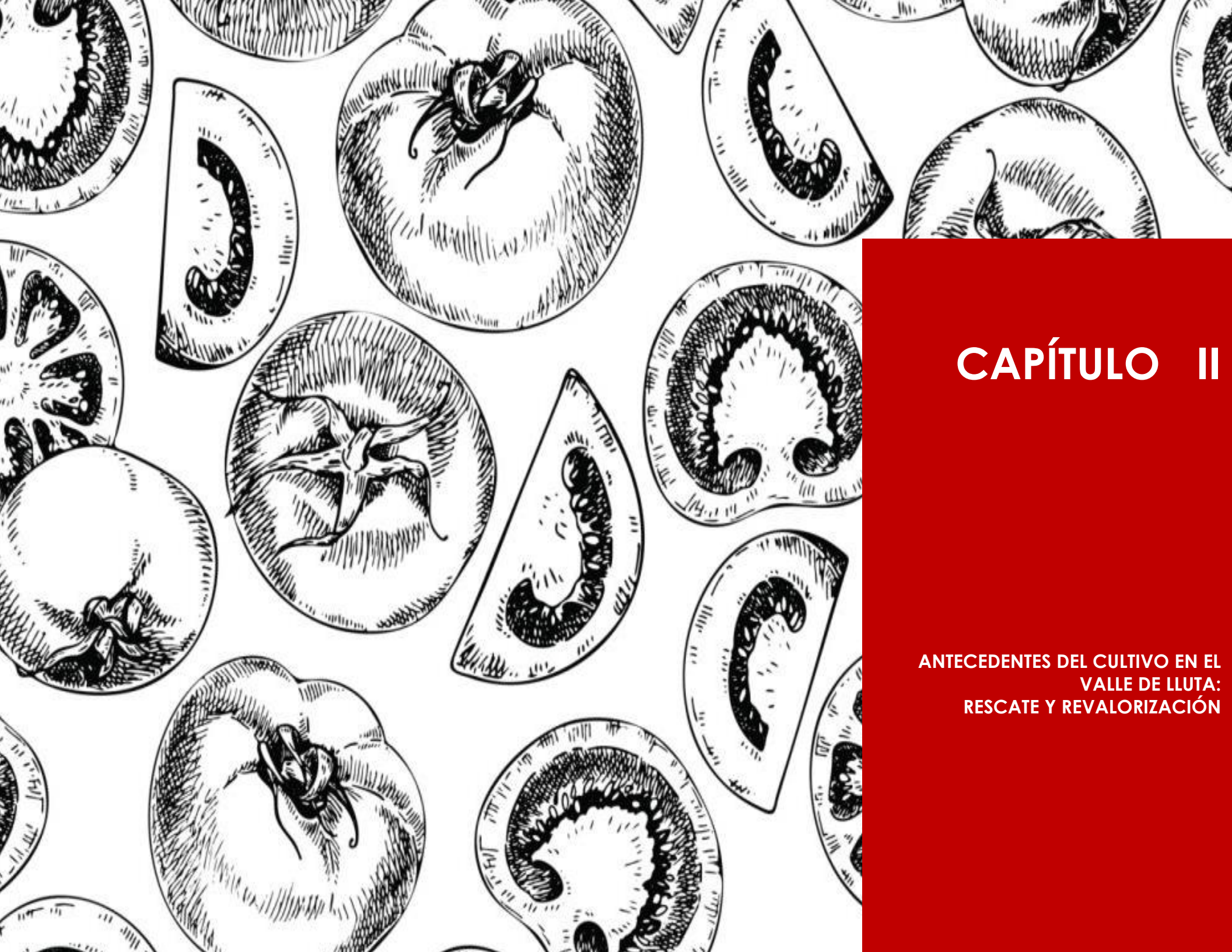
ÍNDICE

I	Introducción.....	10
II	Antecedentes del cultivo en el valle de Lluta: Rescate y revalorización.....	11
III	Características de la planta y su cultivo.....	19
IV	Fisiología, química y bioquímica.....	34
V	Producción y parámetros de calidad.....	42
VI	Perspectivas del cultivo para el valle de Lluta.....	48
VII	Conclusión.....	55
VIII	Referencias bibliográficas.....	57

I. INTRODUCCIÓN

Luta, el valle más extremo del norte de Chile, se caracteriza por poseer suelos y agua de riego con altos niveles de salinidad y boro (Bastías *et al.*, 2004; Bastías *et al.*, 2011; Torres y Acevedo, 2008), factores limitantes para la producción de cultivos sensibles, no así de germoplasmas adaptados a éstas condiciones, como es el caso del maíz “lluteño”, que ha logrado desarrollarse en presencia de estrés permanentes, siendo uno de los principales cultivos de este valle salado, y a su vez, un claro ejemplo de la adaptación de un recurso fitogenético a condiciones en que otros cultivos no logran un rendimiento satisfactorio.

El tomate “Poncho Negro”, reconocido como un Patrimonio Alimentario de la XV Región, por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), (Manzur y Alanoca, 2012), es otro de los cultivos que en su época tuvo un desarrollo importante, sin embargo, fue desplazado por las nuevas variedades híbridas debido a su corta vida post cosecha, no obstante, aún es recordado por sus especiales características organolépticas de color y sabor típicos de los tomates de antes, cualidades que son valoradas por consumidores que desean la recuperación de éstos productos perdidos y diferenciados.



CAPÍTULO II

ANTECEDENTES DEL CULTIVO EN EL
VALLE DE LLUTA:
RESCATE Y REVALORIZACIÓN

En general, existe escasa información respecto al desarrollo de cultivos “tradicionales”, habiendo un número importante que ha sido reportado como escaso o perdido (ODEPA, 2014). Esta situación ha ocurrido con el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) recordado como “Poncho Negro”, una variedad local de la cual no ha sido posible encontrar a la fecha (2020) nuevas fuentes de semilla en el valle de Lluta. Así mismo, aspectos relacionados con su historia y prácticas de cultivo solo pueden ser descritas en base a la información entregada por agricultores de avanzada edad y personas que rememoran la experiencia personal, de sus padres y abuelos con este tomate.

La información recopilada entre los años 2007 – 2019, en comunicación personal con agricultores y según Díaz (2008), da cuenta de la posible introducción de este tomate al valle de Lluta, hace más de 52 años, desde Cochabamba (Bolivia) mediante el trueque de productos desde y hacia el altiplano chileno y boliviano, logrando adaptarse muy bien a las condiciones de este valle, donde comenzó a cultivarse de forma rústica y con mínimos manejos agronómicos.

Como ha ocurrido en el mundo con otros germoplasmas agrícolas que han dejado de cultivarse, la disponibilidad de esta semilla fue disminuyendo llegando prácticamente a su pérdida del valle y región. En virtud de esto, y considerando el valor de éstos recursos fitogenéticos locales y el rol fundamental que podrían jugar para enfrentar el efecto del cambio climático en los cultivos (FAO, 2015), investigadores de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Tarapacá comenzaron, a partir del año 2007, su búsqueda y rescate (**Figura 1**) entre agricultores que mantuvieran almacenadas sus semillas, sin embargo, los resultados solo permitieron conocer algunos antecedentes respecto a su historia, no así la existencia de su semilla.



Figura 1. Primeras reuniones con agricultores del valle de Luta, sector Molinos, valle de Luta. Año 2007.

Iniciada esta permanente búsqueda se recuperó una pequeña cantidad de semillas gracias a la donación realizada por el ingeniero agrónomo Elvis Hurtado, miembro del equipo de la investigadora Elizabeth Bastías. Según su relato, estas semillas habrían sido entregadas por el señor Sergio Velásquez, funcionario de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Tarapacá, siendo una herencia de su padre un agricultor del valle de Lluta que por un tiempo se dedicó a su cultivo, comenzando con esta pequeña cantidad de semillas, la multiplicación y resguardo de este tomate antiguo perdido (**Figuras 2 y 3**).



Figura 2. Multiplicación de semillas de tomate "Poncho Negro", parcela agricultor señor José Céspedes, valle de Azapa.



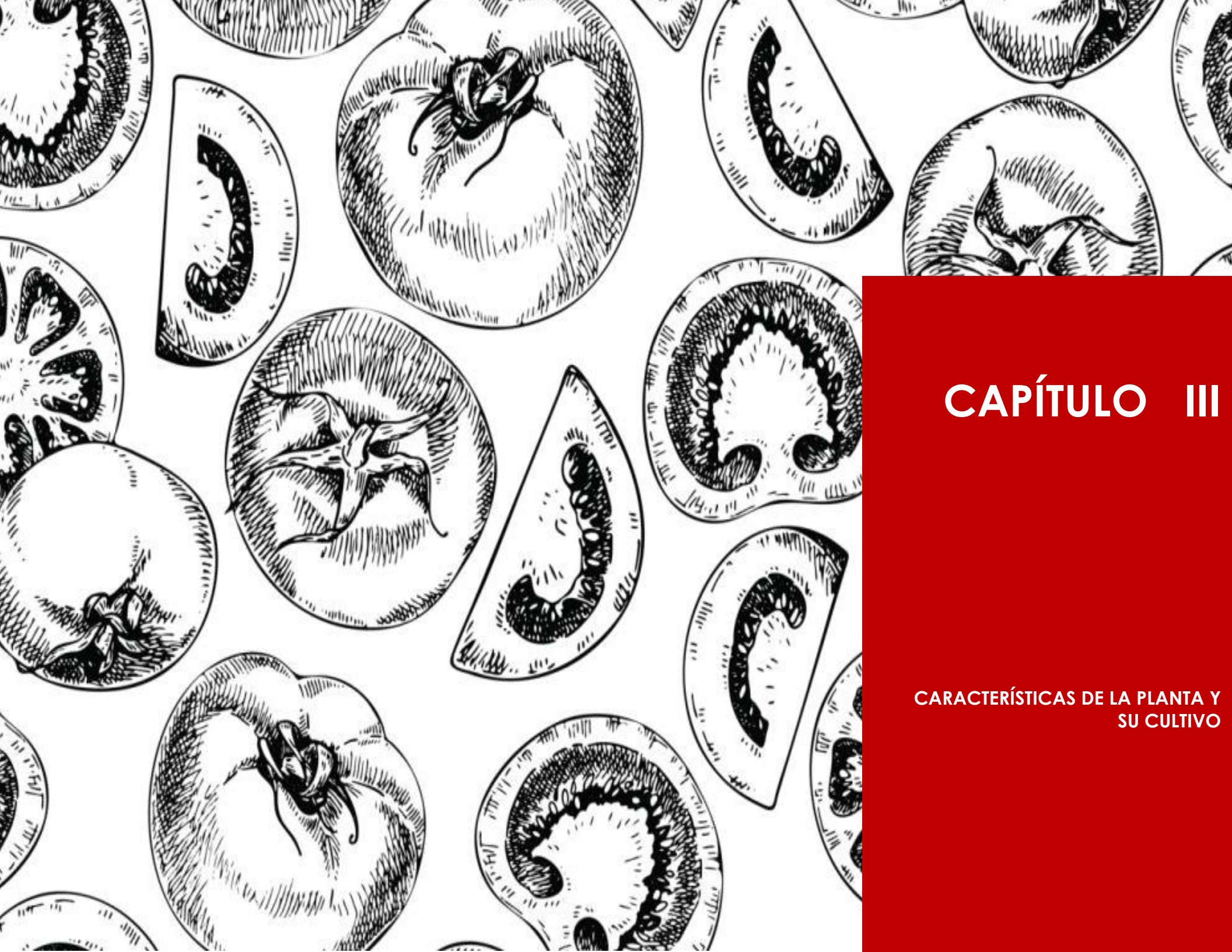
Figura 3. Multiplicación de semillas de tomate “Poncho Negro”, parcela agricultor José Céspedes, sector Linderos, valle de Lluta.

El trabajo con el recordado “Poncho Negro” se inició con proyectos de investigación y tesis de pregrado, en la Facultad de Ciencias Agronómica de la Universidad de Tarapacá (**Figura 4**), permitiendo el estudio, recuperación y multiplicación de las semillas que han sido la base para posteriores iniciativas que han abordado la posibilidad de nuevas alternativas para su cultivo como la extracción y determinación de pigmentos antioxidantes (licopeno), el uso como porta injerto y el desarrollo de un programa de fitomejoramiento tradicional participativo. En este último trabajo se han integrado las cualidades organolépticas (color y sabor) de este tomate, y las características de mejor vida post cosecha de los híbridos comerciales para generar un nuevo tomate (denominado “Tunka Payani”) con buenas perspectivas de producción y comercialización, como producto gourmet, y alternativa para la pequeña y/o mediana agricultura del valle de Lluta.

A la fecha, los esfuerzos han continuado con el fin de resguardar este germoplasma, realizando continuamente la multiplicación y renovación del stock de semillas disponibles, procurando mantener un mínimo de material para continuar con los trabajos de investigación y conservación, verificándose su viabilidad mediante pruebas de germinación. Así mismo, se han buscado alternativas de producción que satisfagan la creciente demanda del mercado que busca y gusta de aquellos sabores originales perdidos que pueden volver al presente con la recuperación de un producto consumido por las antiguas generaciones de la zona, que en su tiempo vieron sus particularidades y decidieron incorporarlo dentro de la gama de cultivos destinados a su propia alimentación y a la subsistencia familiar.



Figura 4. Resultado de primeros ensayos de campo con tomate “Poncho Negro”, parcela señor Nelson Mamani, valle de Lluta. 2008.



CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y
SU CULTIVO

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA Y SU CULTIVO

La información documental, respecto a cómo “Poncho Negro” llegó a ser cultivado en este valle salado, es bastante escasa o inexistente, sin embargo, según relatos de antiguos agricultores, se sabe que su producción se realizaba al aire libre (Bastías *et al.*, 2009), concentrándose mayoritariamente en el sector alto del valle, donde los manejos agronómicos eran escasos y sin ninguna tecnología asociada.

Quienes conocieron el desarrollo de este tomate mencionan que su cultivo era básicamente para autoconsumo y comercialización en lugares próximos a su zona de producción, debido a que su rápido ablandamiento dificultaba su traslado y venta a ciudades lejanas.

En la época de auge de “Poncho Negro”, cada agricultor se encargaba de la obtención de sus propias semillas para las próximas temporadas, realizando un autoabastecimiento de las mismas. El proceso era simple y consistía en la selección de los mejores frutos (los más grandes y maduros). La pulpa con las semillas eran depositadas en sacos o mallas que permitían refregarlas y lavarlas con abundante agua (generalmente en el canal de regadío) para lograr la separación de la pulpa, semillas y mucílago. Posterior a su secado, se seleccionaban y guardaban en botellas oscuras que se almacenaban en lugares frescos hasta su próximo uso.

La siembra se realizaba generalmente en hileras. Una vez que los plantines alcanzaban los 15 cm de altura eran trasplantados a surcos donde continuaban su desarrollo vegetativo y productivo.

El riego por tendido era el método más utilizado en la época. La fertilización se basaba en la incorporación de productos de origen orgánico (estiércol de diverso origen animal) con preferencia por el guano blanco que era extraído por los propios agricultores desde las rocas de la zona costera y transportado en mulares hasta el interior del valle, en viajes que se extendían por más de siete días.

La presencia y ataque de plagas era una más de las problemática del cultivo, sin embargo, no era usual la aplicación de productos químicos para su control, empleándose solo detergentes de uso casero para su manejo.

En cuanto al sistema de conducción, se sabe que una parte de los agricultores no realizaban el levantamiento y guía de plantas, debido al mayor tiempo y mano de obra requerida para dicha labor. Por otra parte, el “encañado” (un sistema de conducción rústico en forma de “A” que consistía en el uso de cañas como tutor de la planta, y amarras de totora para sostenerla y guiarla en el encañado) (**Figura 5**) era el método de conducción de plantas de la época. Este manejo, era realizado por quienes contaban con el retorno económico y la mano de obra suficiente para efectuar dicho manejo. Según Doussoulin (1981), el encañado era realizado los primeros 25 a 30 días después del trasplante de plantas, para facilitar su ubicación (generalmente de dos guías de cada planta) en la caña, mientras que el amarre con cintas de totora (material resistente y flexible de gran abundancia en la zona) se efectuaba a continuación de la encañadura y al tercer mes luego del trasplante.

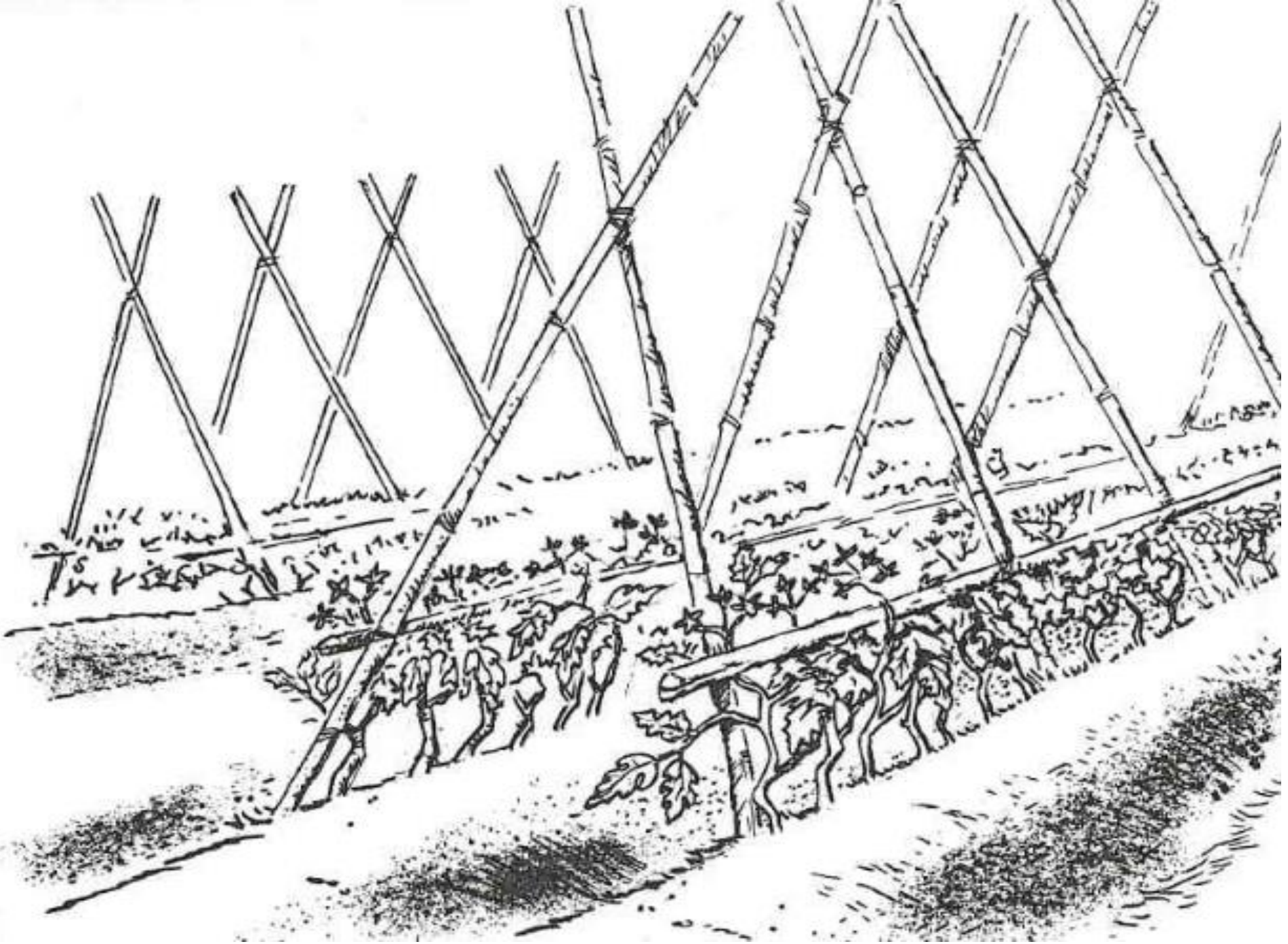


Figura 5. Esquema de antiguo sistema de encañado y amarre de tomate (Doussoulin, 1981).

A diferencia de su antigua conducción encañada o botado en el suelo, en la actualidad, se ha optado por su guía a través del alambrado o tutorado (**Figura 6 y 7**) que obliga a las plantas a crecer en altura ocupando menos superficie de suelo, facilitando su manejo (poda, fertirrigación, manejo sanitario y cosecha), evitando daños físicos y la rápida proliferación de plagas y enfermedades que puede ocasionar el exceso de humedad generada por una planta con abundante follaje.

La descripción de “Poncho Negro”, alude a una planta de aspecto rústico y de gran vigorosidad, de crecimiento indeterminado y de hábito guiador (Giacconi y Escaff, 2001), tallos gruesos, hojas grandes, robustas y frondosas, aspecto muy diferente al de las plantas híbridas cultivadas en la actualidad que han sido seleccionadas para desarrollar un menor volumen de follaje.

Los racimos florales ramificados nacen en los entrenudos del tallo conteniendo numerosas flores (más de 5 por racimo) con pétalos de color amarillo, amarillo-limón (**Figura 8**) en cada uno de ellos. Debido a la presencia de esta gran cantidad de flores, en el manejo actual, se ha optado por realizar un raleo manual con el propósito de mejorar la distribución de la carga y el crecimiento de los frutos. Estos últimos pueden alcanzar promedios de 136,7 gramos (Caniguante y Pizarro, 2008), son de tamaño variable, forma arriñonada (**Figuras 9 - 11**) y presentan múltiples lóculos distribuidos irregularmente (**Figura 12**). Los frutos se caracterizan por presentar marcados hombros oscuros que asemejan la presencia de un “poncho o manto” sobre éstos (**Figura 13**), característica que le da el nombre a este tomate. Poseen paredes delgadas que lo hacen susceptible al daño por manipulación y/o transporte. Sus particulares propiedades organolépticas de sabor y color, además de la jugosidad característica, lo hacían muy apetecido por los consumidores. Al no existir árboles frutales, era considerada la

“fruta” del valle y quienes permanecían próximos a los campos donde se cultivaba disfrutaban de su sabor tal fruta fresca. Sus usos consideraban su consumo en preparaciones tan simples como ensaladas con acompañamiento de ajo y cebolla (en la conocida ensalada a la chilena) o simplemente solo, resaltándose aún más su típico dulzor. Por otra parte, algunas personas solían realizar productos más elaborados como mermelada (o dulce) y salsa de tomate.

Su comercialización se realizaba principalmente en el mercado local y ciudades cercanas a su zona de producción (Iquique, Antofagasta, María Elena, Tocopilla y Calama) en cajones de 20 kg, siendo pocos los agricultores que destinaban su producción a la zona central del país (Santiago) debido al costo y tiempo que requería dicho mercado.

En la época de pleno funcionamiento del tren Arica - La Paz, algunos agricultores dedicados a su cultivo trasladaban las cargas de tomate a lomo de mula, y aprovechaban el recorrido, la espera y la breve detención del tren (quince minutos) en la Estación Central, ubicada en la Pampa Ossa del valle de Lluta, para realizar la venta de este tomate a los locatarios de los negocios establecidos en el lugar y a los propios ferroviarios de la estación que habitualmente encargaban este producto para su abastecimiento y consumo. En este lugar, se realizaba la venta o “trueque” del tomate por productos traídos desde del altiplano chileno o boliviano como la harina de maíz, el queso, el charqui, la quinoa, y diferentes frutas.

Se sabe que los “marchantes” (comerciantes) también habrían tenido alguna participación en el intercambio de este y de otros productos en determinados lugares de su ruta, sin embargo, el rápido ablandamiento del fruto condicionaba su traslado.

La fecha de arribo de estos comerciantes era conocida y se esperaba con ansias su llegada siendo una de las formas más certeras de conseguir productos que, por la ausencia de caminos para vehículos, no arribaban a los poblados interiores de la región. Esta última razón, y la perspicacia de los habitantes del sector alto del valle los llevo a idear un sinnúmero de preparaciones con este antiguo fruto: tomate con cebolla y ají, dulce de tomate, mermelada de tomate, salsa de tomate, tomate con ajo para la hora de once y la sencilla pero multifacética ensalada a la chilena, entre otras recetas que incorporaban a este recordado fruto. El tomate con cebolla y ají verde se preparaba salteado en una sartén a fuego de leña y cumplía la función de guarnición. Por su parte, el dulce de tomate se realizaba mediante la lenta cocción de su pulpa con azúcar, canela y agua, mezcla que una vez que alcanzada la textura apropiada podía ser envasada. La mermelada de tomate se cocía en una cacerola con bastante azúcar hasta lograr fundir los sabores melosos con otras especias aromáticas como la canela. El tomate con "ajito", como mencionan los agricultores, se trataba de una receta para la hora de la merienda, que se servía a media tarde, y consistía en trozar el tomate, condimentarlo con sal y abundante aceite vegetal para, posteriormente, agregar ajo cortado fino y servirlo con pan amasado. Finalmente, y no menos importante es la ensalada a la chilena, una receta clásica existente a lo largo de todo el país que incorpora en sus ingredientes tomates, cebolla y cilantro, siendo acompañamiento especial de los almuerzos.



Figura 6. Tomate “Poncho Negro” con sistema de conducción. Parcela Universidad de Tarapacá, sector Rosario, valle de Lluta.



Figura 7. Tomate “Poncho Negro” en etapa productiva. Manejo con sistema de conducción y alambrado. Sector Linderos, valle de Lluta.



Figura 8. Racimo floral de tomate “Poncho Negro”.



Figura 9. Racimo de frutos maduros e inmaduros de tomate "Poncho Negro".



Figura 10. Fruto maduro de tomate "Poncho Negro".



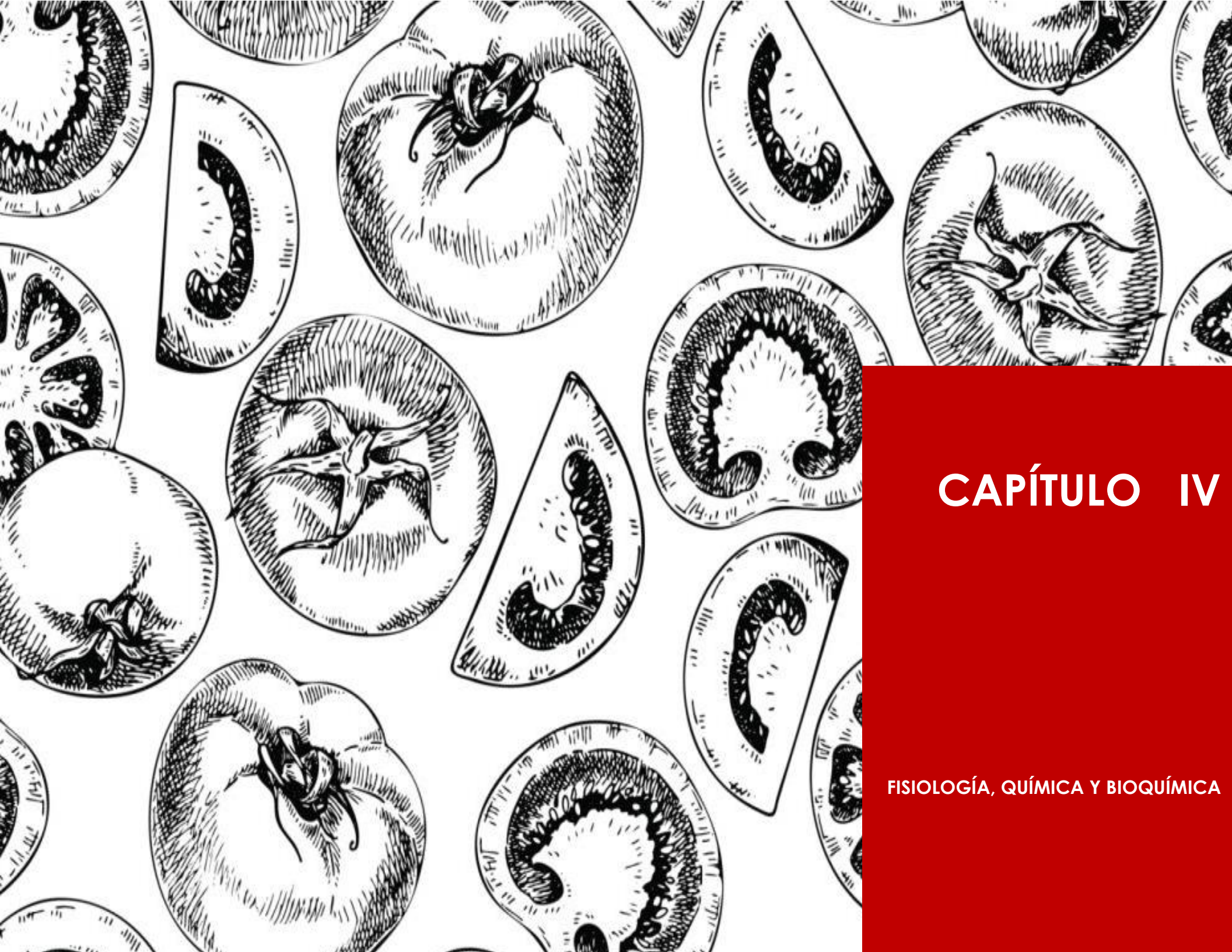
Figura 11. Frutos de tomate "Poncho Negro" en diferentes estados de maduración.



Figura 12. Frutos de tomate "Poncho Negro" maduros. Se observa su forma arriñonada y estructura multilocular.



Figura 13. Frutos inmaduros de “Poncho Negro” con presencia de marcados hombros oscuros.



CAPÍTULO IV

FISIOLOGÍA, QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

En diversos trabajos de investigación realizados en condiciones controladas de laboratorio y campo, se ha evaluado el desarrollo de “Poncho Negro” bajo distintas condiciones de estrés salino y exceso de B, siendo aún escasa la información publicada respecto al comportamiento fisiológico, químico y bioquímico en las condiciones de suelo y agua existentes en el valle de Lluta, donde la alta salinidad, tanto en el agua de riego como en suelo, y la elevada concentración de sulfatos y cloruro de sodio, son algunas de sus principales características. La concentración de B en el agua y las estratas superficiales de suelo alcanza los 9 y 29 mg L⁻¹, siendo una limitante para cultivos sensibles, mientras que la CE (conductividad eléctrica) del agua de riego, proveniente del río Lluta, muestra una tendencia al aumento desde el nacimiento a su desembocadura, con rangos desde los 2,2 a 5,5 dS/m (Torres y Acevedo, 2008), y variaciones en los distintos sectores del valle.

Teniendo presente el desarrollo de “Poncho Negro” en condiciones de alta salinidad y boro, se han evaluado algunos parámetros que pueden dar cuenta del desarrollo de un cultivo local, en una zona con presencia de factores de estrés abióticos permanentes que podrían influir en la expresión productiva de este cultivo que ha logrado desarrollarse con buenos resultados, no viéndose mayormente afectado por la salinidad y factores ambientales característicos de este valle del norte de Chile.

1. PARÁMETROS BIOMÉTRICOS

1.1. ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA (MS):

Evaluaciones realizadas para determinar la acumulación de MS total de la planta de “Poncho Negro” (considerando hoja, tallo y raíz) desarrollada en condiciones de campo en el valle de Lluta, no han mostrado mayores diferencias en los ensayos realizados. En un cultivo donde se

incorporó un 4% de materia orgánica al suelo los promedios de MS alcanzaron los 151,9 g planta⁻¹ de peso seco total, contenido superior al obtenido en un híbrido comercial (“Naomi”), en similares condiciones de cultivo, donde la MS total no superó los 41,28 g planta⁻¹ (Esteban, 2009), evidenciándose claramente, en los pesos, la mayor cantidad de biomasa (en Peso Seco) que logra acumular “Poncho Negro” (3 a 4 veces más), comparado con los híbridos comerciales seleccionados y creados para producir una menor cantidad de follaje.

2. RELACIONES HÍDRICAS

2.1. CONTENIDO RELATIVO DE AGUA (CRA):

Un parámetro indirecto para determinar cambios en el volumen celular, el cual afecta las reacciones bioquímicas de las células y el estado hídrico de las plantas, es el contenido relativo de agua (CRA) (Figueroa *et al.*, 2004). En evaluaciones realizadas en “Poncho Negro” bajo diferentes condiciones de campo, suelo y agua de riego, los valores medios de CRA han alcanzado los 71,88% (Gómez y Luna, 2014) y 71,92% (Caniguante y Pizarro, 2008). En general, un CRA entre 100 y 90% está relacionado con el cierre de los estomas en la hoja, una reducción en la expansión celular y el crecimiento. Contenidos del 90 a 80% están correlacionados con cambios en la composición de los tejidos y algunas alteraciones en las tasas relativas de fotosíntesis y respiración, mientras que CRA por debajo del 80% producirían cambios en el metabolismo con cese de la fotosíntesis, incremento de la respiración, acumulación de prolina y ácido abscísico (González y González-Vilar, 2001). En este sentido, los bajos CRA observados en campo, mostrarían la capacidad de tolerancia al estrés hídrico de “Poncho Negro”, situación reflejada en el buen estado de la planta, su crecimiento y la producción alcanzada, a pesar de los bajos CRA (71,9%), respecto a las referencias mencionadas.

2.2. POTENCIAL HÍDRICO:

La capacidad de las moléculas de agua para moverse en un sistema particular, se define como “potencial hídrico”, que es una medida de la energía libre del agua en el sistema. Este depende del potencial osmótico y del potencial de presión. En una planta que se encuentra en condiciones de estrés hídrico y/o salino este potencial debiese disminuir (tomar valores más negativos), considerando el valor cero al potencial de referencia de una planta turgente (Azcón y Tallón, 2000). Para realizar esta evaluación se utiliza la bomba de Scholander, equipo que entrega el potencial hídrico medido en el tallo de las hojas o de una rama. En evaluaciones realizadas en “Poncho Negro”, en condiciones controladas de invernadero en cultivo hidropónico en condiciones de salinidad, los valores medios de potencial hídrico han alcanzado los -0,12 MPa (Contreras y Montoya, 2008), mientras que estudios realizados por Morales *et al.* (2013) en similares condiciones de cultivo utilizando el cultivar Amalia, con tratamientos crecientes de salinidad, mostraron que el potencial en el tratamiento control fluctuó entre los -0,2 y -0,4 MPa, mientras que con concentraciones de 200 mM de NaCl, estos estuvieron entre los -1,2 y -1,4 MPa. En condiciones de campo, en el valle de Lluta, el potencial hídrico de “Poncho Negro” ha variado entre los -0,73 MPa (Bustamante, 2016) y -0,2 MPa (Badillo y Corro, 2014).

2.3. POTENCIAL OSMÓTICO:

En tomates desarrollados bajo invernadero, en condiciones salinas y presencia de B, comparando el potencial de soluto foliar de “Poncho Negro” y de dos híbridos comerciales, los valores alcanzaron los -1,29 MPa, presentando “Poncho Negro” un mejor estado hídrico y iónico que los híbridos utilizados (Badillo y Corro, 2014).

3. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS

3.1. CONTENIDO DE CLOROFILA:

Evaluaciones realizadas en hojas de “Poncho Negro”, respecto del contenido de clorofila *a*, *b* y totales en los períodos de pre y post cosecha, mostraron mayores niveles del pigmento en el período de post cosecha (8,34 mg g⁻¹ Peso Seco y 5,73 mg g⁻¹ Peso Seco) cuando fue incorporado un 4 y 6% de materia orgánica en el suelo. Así mismo, el contenido de clorofilas totales, fue mayor en la etapa de post cosecha (19,65 mg g⁻¹ Peso Seco) con aplicación de 4% de materia orgánica al suelo (Esteban, 2009).

3.2. PROLINA:

Durante el estrés hídrico y/o salino, en los tejidos de las plantas, se genera una acumulación activa de solutos como respuesta de sobrevivencia a estrés abióticos, sin embargo, esta síntesis se traduce en un gasto de energía para la planta, y por lo tanto, un alto costo para la misma. En mediciones realizadas por Gómez y Luna (2014), evaluando el contenido de prolina en “Poncho Negro”, los valores alcanzaron los 3,28 μmol g⁻¹ Peso Seco, mientras que en un híbrido comercial su acumulación alcanzó los 4,24 μmol g⁻¹ Peso Seco. La menor síntesis de prolina en “Poncho Negro” mostraría la mayor tolerancia del cultivo a este tipo de estrés abiótico. Por otra parte, Esteban (2009) observó altos niveles de prolina en períodos de pre cosecha, los que se redujeron significativamente durante la cosecha, evidenciándose la variación en los contenidos de prolina durante dos etapas de desarrollo del cultivo.

3.3. AZÚCARES SOLUBLES:

La acumulación de azúcares solubles correspondería a una respuesta de las plantas a condiciones de salinidad o sequía, observándose aumento o disminución en la acumulación de esta, según la especie o variedad, y de acuerdo a las condiciones de suelo y agua de riego existentes. Así, en poblaciones silvestres de trébol (*Melilotus indica*) y rúcula (*Eruca sativa*), se han encontrado mayores contenidos de azúcares solubles que en poblaciones sensibles sometidas a niveles crecientes de salinidad (Ashraf y Harris, 2004).

Evaluaciones del contenido de azúcares solubles en “Poncho Negro”, realizadas por Caniguante y Pizarro (2008) en condiciones de campo en el valle de Lluta, indicaron valores de 314,47 mg g⁻¹ Peso Seco, similares a los reportados por Badillo y Corro (2014), quienes obtuvieron valores de 303,58 mg g⁻¹ Peso Seco. Por otra parte, Esteban (2009) observó diferencias de su contenido, con aumento de sus niveles en el período de cosecha de frutos.

En cuanto a los azúcares insolubles contenidos en “Poncho Negro”, los datos obtenidos por Contreras y Montoya (2008), en un cultivo hidropónico, mostraron un elevado contenido del soluto (517,9 mg g⁻¹ Peso Seco).

3.4. ASIMILACIÓN DE CO₂:

Las plantas utilizan la radiación solar incidente para sintetizar compuestos orgánicos a partir del CO₂ atmosférico, agua y nutrientes del suelo, o retranslocados desde otros órganos mediante el proceso de fotosíntesis. Estos compuestos una vez sintetizados se utilizan para mantener los propios tejidos de la planta, las reservas de carbohidratos, crecer y producir. La cantidad de

carbono fijado en la fotosíntesis es controlada, principalmente, por la radiación incidente y la temperatura, estando limitada por la disponibilidad de agua y nutrientes. El flujo de fotones fotosintéticos (PPF), es absorbido por las hojas constituyendo la fuente de energía utilizada en la fotosíntesis y determina la tasa de asimilación del CO₂. En evaluaciones realizadas por Esteban (2009) en condiciones de campo, con la incorporación de 6% de materia orgánica al suelo, la tasa de asimilación registrada en “Poncho Negro” fluctuó entre los 13,68 y 12,18 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, valores superiores a los obtenidos por Romero *et al.* (2001) en las variedades Daniela y Moneymaker (10,3 y 8,0 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, respectivamente) desarrolladas bajo condiciones normales de riego y sin presencia de estrés salino, observándose en estas últimas un marcado efecto negativo (4,1 y 3,1 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹, respectivamente) en la asimilación de CO₂ con un incremento de 70 mM de NaCl.

3.5. CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA:

La conductancia estomática (gs), es una variable importante para evaluar el estado hídrico, el balance de energía y las relaciones fotosintéticas de la planta. En mediciones realizadas a plantas de “Poncho Negro” desarrolladas en campo, los valores promedio han fluctuado entre 0,4 mol aire m⁻² s⁻¹ (Caniguante y Pizarro, 2008) y 1,02 mol aire m⁻² s⁻¹ (Esteban, 2009). En las variedades Daniela y Moneymaker, desarrolladas en condiciones controladas y con tratamientos de salinidad crecientes, los tratamientos sin salinidad presentaron gs de 0,124 y 0,078 mol aire m⁻² s⁻¹ (en Daniela y Moneymaker, respectivamente). Al aplicar concentraciones crecientes de salinidad (35 y 70 mM de NaCl) se observó una mejor modulación estomática de Daniela con valores de 0,074 y 0,040 mol aire m⁻² s⁻¹ (con aplicaciones de 35 y 70 mM de NaCl, respectivamente), mientras que en Moneymaker la gs fue de 0,038 y 0,036 mol aire m⁻² s⁻¹ (Romero *et al.*, 2001).

3.6. TASA DE TRANSPIRACIÓN:

La tasa de transpiración de “Poncho Negro” ha fluctuado entre los 5,6 mmol agua m⁻¹ s⁻¹ (Caniguante y Pizarro, 2008) y 10,96 mmol agua m⁻¹ s⁻¹ (Esteban, 2009). Este último valor indicaría el efecto de la aplicación de mejoras en el suelo (materia orgánica) en condiciones de salinidad y su incidencia en algunos parámetros de crecimiento de la planta.

4. CONTENIDO DE BORO (B):

En evaluaciones realizadas a las diferentes estructuras de plantas de tomate “Poncho Negro” cultivadas al aire libre, se ha observado que el contenido de B varía de acuerdo al estado fenológico y productivo. Así, en períodos de pre cosecha los niveles en hoja han alcanzado los 379,88 y 446,57 mg kg⁻¹, con un importante descenso durante la post cosecha (37,99 y 43,91 mg kg⁻¹). Por otra parte, en el período posterior a la cosecha, en tallo y raíz, estos valores alcanzaron entre los 36,69 y 73,41 mg kg⁻¹, respectivamente (Esteban, 2009).

5. CONTENIDO DE SODIO (Na⁺) EN LA PLANTA:

En un cultivo hidropónico, Caniguante y Pizarro (2009) mostraron que “Poncho Negro” logra acumular mayores contenidos de Na⁺ en la parte aérea, respecto al cultivar híbrido “Naomi”. Resultados similares fueron obtenidos por Contreras y Montoya (2008), siendo contenidos que no afectaron el crecimiento de las plantas. Por su parte, en un cultivo desarrollado en condiciones de campo, y con aplicación de materia orgánica, los contenidos de Na⁺ en hoja de “Poncho Negro”, en período de pre cosecha, alcanzaron los 5000 mg kg⁻¹ (Esteban, 2009).



CAPÍTULO V

PRODUCCIÓN Y PARÁMETROS DE CALIDAD

RENDIMIENTO:

En trabajos realizados en el valle de Lluta, se han reportado variaciones en los rendimientos de “Poncho Negro” de acuerdo al manejo agronómico y a la temporada de desarrollo del cultivo. Caniguante y Pizarro (2008), evaluando la incorporación de un bioestimulante a base de algas marinas, en un cultivo desarrollado al aire libre, lograron obtener 81 ton ha⁻¹.

Esteban (2009), evaluando el rendimiento de “Poncho Negro” al aire libre, con la incorporación de 6% de materia orgánica al suelo, alcanzó rendimientos de 114 ton ha⁻¹, mientras que en evaluaciones realizadas el año 2015, en el sector de Linderos en condiciones de invernadero, los rendimientos promedios fueron de 107,98 ton ha⁻¹ (Proyecto FIC, 2015).

CALIBRES:

En las evaluaciones realizadas al momento de la cosecha, los calibres del fruto de “Poncho Negro”, registrados en el valle de Lluta, han sido clasificados mayoritariamente como “extras” (> 82 mm de diámetro ecuatorial), teniendo un peso promedio de 136,7 g.

FIRMEZA DE LA PULPA:

Este es uno de los principales parámetros para evaluar la calidad de los frutos de tomate, y está determinada por las características morfológicas y fisiológicas del fruto: firmeza del epicarpio, cantidad de lóculos, y estados de madurez (Chiesa *et al.*, 1997). Mediciones con presionómetro, realizadas a frutos de “Poncho Negro” (Figura 14) en estado de maduración “light red”, han registrado valores cercanos a las 4,5 y 4,8 libras de presión (Caniguante y Pizarro, 2008; Proyecto FIC, 2015) considerándose frutos firmes (Rivero *et al.*, 2013).



Figura 14. Medición de firmeza en frutos.

GRADOS BRIX (°):

La medición de grados brix estima el porcentaje de sólidos solubles totales (Monge-Pérez, 2014) o azúcares contenidos en un fruto. En mediciones realizadas a frutos de “Poncho Negro” (**Figura 15**), los valores medios de azúcar registrados han sido de 5,3° Brix (Esteban, 2009) y 5,9° Brix (Badillo y Corro, 2014). En este sentido, Castellanos (2009), citado por Monge-Pérez (2014), indica que valores superiores a 4,5° Brix corresponde a frutos de buen sabor, mientras que valores menores a 4° se relacionarían con una calidad no aceptable. Según Diez (1995), los rangos adecuados de la mayoría de las variedades de tomate para procesamiento industrial se encuentran entre los 4,5 y 5,5 grados Brix (Bezert, 1994).



Figura 15. Evaluación de grados Brix en frutos de tomate con refractómetro digital.

CALIDAD NUTRITIVA DEL FRUTO:

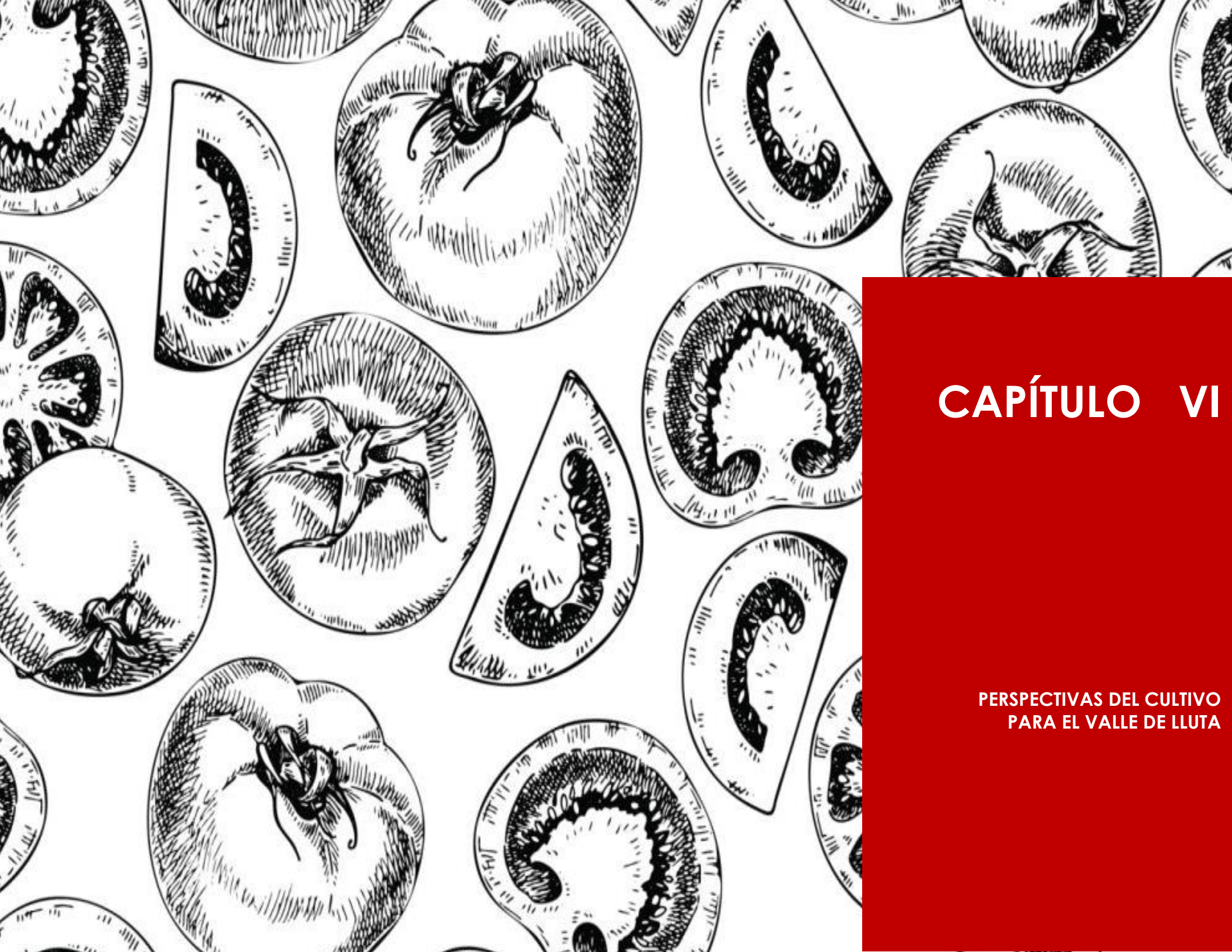
En frutos de “Poncho Negro”, se destacan los altos niveles de licopeno, pigmento vegetal (carotenoide) responsable de la coloración roja del tomate, cuyo contenido difiere según la variedad, madurez, manejo agronómico y condiciones ambientales. Su elevada actividad antioxidante se basa en evitar la oxidación de las células del ser humano. En análisis realizados a frutos con cáscara, cultivados en condiciones de invernadero en el valle de Lluta, los niveles de licopeno han alcanzado los 9,73 mg/100 g en base húmeda (Tabla 1). Gómez y Luna (2014), realizaron evaluaciones en tomates cultivados al aire libre determinando un incremento del contenido de este pigmento vegetal, en temporada de invierno-primavera, respecto a un cultivo desarrollado en temporada de verano, coincidiendo con lo mencionado por Saavedra (2005), quien indica que temperaturas óptimas para la producción de licopeno estarían en el rango de los 16 y 26° C.

Resulta interesante mencionar la acumulación de polifenoles totales presentes en los frutos de este tomate (44 mg EAG/100 g PF), valores superiores a los reportados en el portal de INTA (2018), para el caso de tomate beef fresco con cáscara, siendo el factor climático y la salinidad los que estarían induciendo esta mayor acumulación en “Poncho Negro”. Esta misma situación ocurre con la capacidad antioxidante (ORAC) donde se han observado altos niveles (493 μ mol ET/100 g PF) respecto al tomate beef (134 μ mol ET/100 g PF) y otros tomates como los cultivados en el valle del Aconcagua (5,2 μ mol ET/100 g PF).

Tabla 1. Perfil nutricional de frutos de tomate “Poncho Negro”, valle de Luta, 2018. Contenido por 100 g de parte comestible.

Muestra	(%)						mg/100 g					
	Humedad	Proteínas	Lípidos	Fibra	Cenizas	Fósforo	Calcio	Magnesio	Potasio	Zinc	Hierro	Licopeno
“Poncho Negro”	95	0,65	0,13	0,77	0,57	0,47	0,41	0,18	5,86	0,01	0,04	9,73

Análisis realizados en Laboratorio de suelo y agua, Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Tarapacá. Proyecto FIA PYT-2017-0674, Temporada 2018.



CAPÍTULO VI

PERSPECTIVAS DEL CULTIVO
PARA EL VALLE DE LLUTA

PERSPECTIVAS DEL CULTIVO PARA EL VALLE DE LLUTA

Con el tiempo y las distintas iniciativas de investigación y transferencia tecnológica realizadas por la Universidad de Tarapacá, se ha logrado recuperar este germoplasma mediante la multiplicación y resguardo de sus semillas, pensando en la importancia de conservar estos recursos con valor patrimonial y cultural. Esta institución, en su rol estatal y regional, ha intentado traer a “Poncho Negro” nuevamente al mercado, para su posible consumo en diferentes preparaciones (**Figuras 16 - 20**) o como materia prima para usos industriales (como base para salsas o jugos de tomates, tomate deshidratado y otras preparaciones) lo que podría ser evaluado como una nueva alternativa productiva.

En este sentido, hasta el año 2020 se ejecutó el proyecto de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Código PYT-2017-0674: “Recuperación y masificación de la producción del tomate “Poncho Negro”: un patrimonio ancestral de la XV Región de Arica y Parinacota”, que buscaba revalorar a este tomate antiguo mediante la distribución de sus semillas, el incentivo de su cultivo y la promoción masiva en ferias, tiendas y restaurant que apuestan por el uso de productos con valor territorial y patrimonial. Paralelamente, se orientó su uso como porta injerto de variedades comerciales, por su tolerancia a suelos marginales.

Con este trabajo, se ha buscado rescatar un producto agrícola, cuyo consumo trae a la memoria aquellos sabores de los tomates cultivados por nuestros antepasados y que hoy en día son de gusto de personas que buscan volver a estos sabores perdidos, que esperamos puedan estar disponibles nuevamente en el mercado regional y nacional para su consumo.



Figura 16. Pebre de tomate "Poncho Negro".



Figura 17. Crema de tomate “Poncho Negro”.



Figura 18. Varias preparaciones en base a tomate “Poncho Negro”.



Figura 19. Tomaticán vegetariano de tomate “Poncho Negro” y papa chip nortina.



Figura 20. Brocheta de ave con mermelada de tomate “Poncho Negro” y brusqueta.



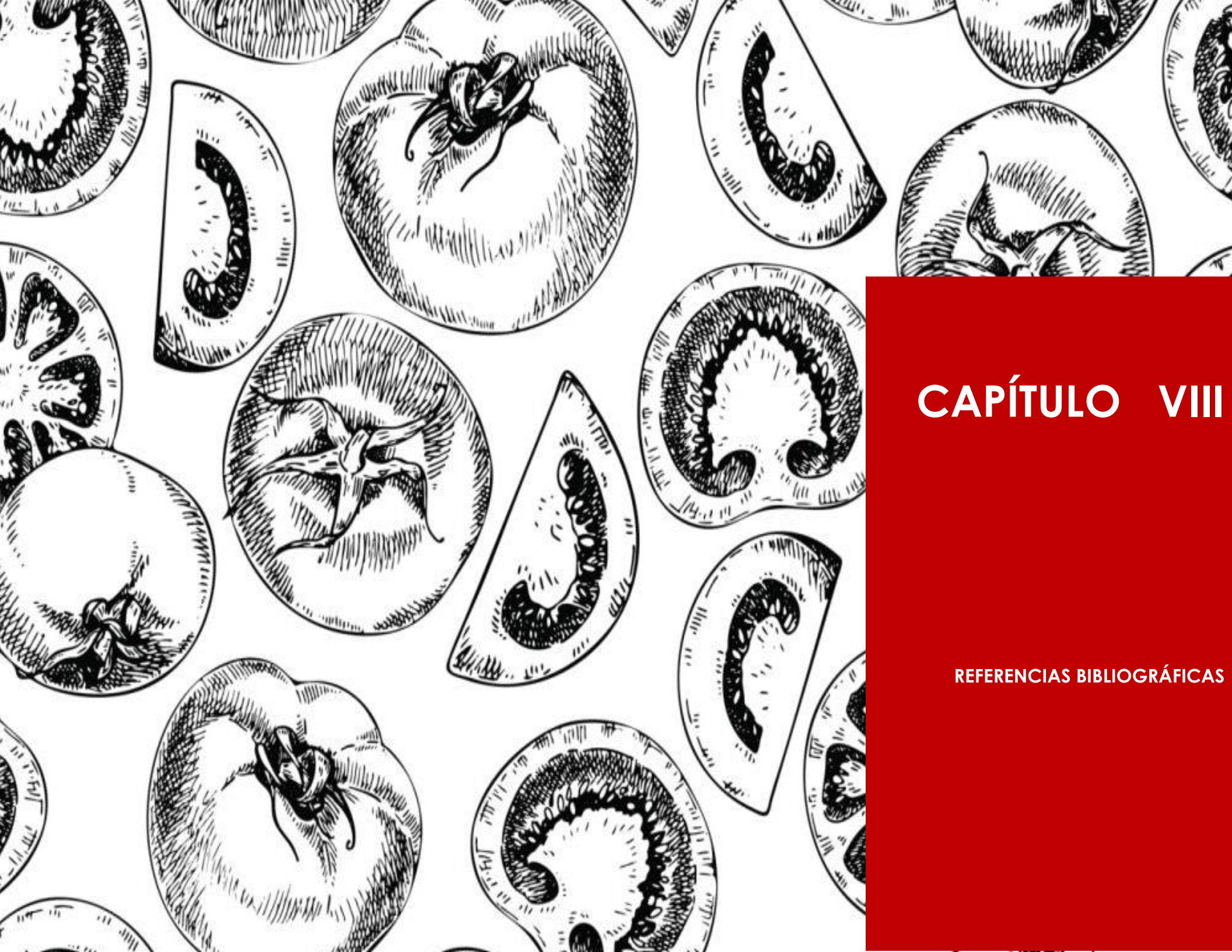
CAPÍTULO VII

CONCLUSIÓN

CONCLUSIÓN

El nuevo ritmo, y las características en que se desarrolla la agricultura actual ha requerido la creación de variedades que puedan adaptarse y producir satisfactoriamente bajo diferentes condiciones de estrés, no obstante, aún existen regiones donde se cultivan variedades locales que han logrado crecer y producir en condiciones marginales, confirmando su capacidad productiva y las particularidades que tienen como productos únicos, con sabores diferenciados y características organolépticas acentuadas dadas por sus zonas de producción.

El tomate “Poncho Negro”, que tras ser desplazado y estar prácticamente perdido en la XV Región de Arica y Parinacota, se ha recuperado, multiplicado y devuelto a sus custodios con la finalidad de resguardarlo y traerlo nuevamente al mercado, con la búsqueda de nuevas alternativas que lo destaquen como un producto ancestral único y como una oportunidad para el desarrollo de nuevos emprendimientos de la pequeña agricultura del valle de Lluta, así como de pequeños emprendimientos locales.



CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashraf, M.; Harris, P.J.
2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166:3-16.
- Azcón, B.J.; Tallón, M.
2000. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed. Universitat de Barcelona. España.
- Badillo, E.; Corro, G.
2014. Evaluación agronómica de familias obtenidas de la hibridación de cruces de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar "Poncho Negro" con híbridos comerciales, generación F3, desarrollado en condiciones de campo en suelo rústico del valle de Lluta.
- Bastías, E.; Díaz, M.; Pacheco, P.; Bustos, P.; Hurtado, E.
2011. Caracterización del maíz "Lluteño" (*Zea mays* L. tipo amylacea) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y exceso de boro como una alternativa para la producción de bioenergía. *Idesia* (Chile) Septiembre-Diciembre. Volumen 29(3):7-16.
- Bastías, M.; Pacheco, P.; Mazuela, P.
2009. El tesoro del valle de Lluta tomate Poncho Negro. *Horticom* (213):20-21.
- Bastías, E.; González-Moro, M.; González-Murua, C.
2004. *Zea mays* L. amylacea from the Lluta Valley (Arica-Chile) tolerates salinity stress when high levels of boron are available. *Plant and Soil* 267: 73-84.
- Bezert, J.
1994. Sistema de pago por calidad de tomate. Curso Internacional de Tomate Industrial. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. (Viña del mar – Chile). pp. 7 – 10.
- Bustamante, R.
2016. Evaluación agronómica de diferentes fenotipos mejorados de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) "Poncho Negro", selección local de la Provincia de Arica, en condiciones de suelo mejorado del valle de Lluta, Segunda Temporada. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Tarapacá.
- Caniguante, S.; Pizarro, L.
2008. Evaluación de un bioestimulante a base de algas marinas (Fartum®) sobre el comportamiento agro-fisiológico en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de los cvs. "Poncho Negro" y Naomi, en condiciones de invernadero y campo del valle de Lluta, XV Región. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Tarapacá. 161p.

- Caniguante, S.; Pizarro, L.; Pacheco, P.; Bastías, E.
2009. Response of the cultivated tomato (*Solanum lycopersicum* L.) "Poncho Negro" and Naomi in different growth conditions and the application of a natural Bioestimulant Fartum® in conditions of salinity. *Idesia* 27(3):19-28.
- Chiesa, A.; Frezza, D.; Moccia, S.; Pañac, K.; Campen, S.; Díaz, L.; Cascone, O.
1997. Cambios de textura en la maduración. *Investigación Agrícola* 17 (1-2):12-18. ISSN 0304 – 5617.
- Contreras, C.; Montoya, A.
2008. Respuesta de las acuaporinas presentes en el tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivar "Poncho Negro" crecido con exceso de boro y salinidad en condiciones hidropónicas. Tesis para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile. 133p.
- Díaz, M.
2008. Interacción del boro en la tolerancia a la salinidad de (*Solanum lycopersicum* L.) cv. "Poncho Negro" proveniente del valle de Lluta (Provincia de Arica-Chile). Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Tarapacá.
- Diez, M.J.
1995. Tipos Varietales. En: *El Cultivo del Tomate por Nuez, F.* Madrid (España). Mundi – Prensa, 2001, pp. 93 – 129.
- Doussoulin, E.
1981. El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y su cultivo en la provincia de Arica. Avances y técnicas de producción. Universidad del Norte, Sede Arica. Departamento de Agricultura. 112p.
- Esteban, W.
2009. Efecto del contenido de materia orgánica en la absorción de Boro (B), en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivares "Poncho Negro" y "Naomi" en condiciones de salinidad, en ambiente controlado y de campo. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Tarapacá.
- FAO
2015. *Coping with Climate Change. The roles of genetic resources for food and agricultura.* Commission on genetic resources for food and agricultura. Rome. 110p.
- Figueroa, C.; Iturriaga, G.; Valenzuela, E.
2004. Actividad de Trehalosa 6-Fosfato Sintasa en plantas de *Selaginella lepidophylla* en respuesta a hidratación y desecación. *Revista Fitotecnia Mexicana, Chapingo (México)* 27(1):17 - 22.

- Giaconi, V.; Escaff, M.
2001. Cultivo de hortalizas. 15° edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 337p.
- Gómez, G.; Luna, N.
2014. Cuantificación del contenido de antioxidantes (Licopeno y Betalaina) en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y betarraga (*Beta vulgaris* L.) como respuesta al estrés salino y de boro, que están presentes en condiciones de campo en el valle de Lluta, Segunda Temporada. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Tarapacá. 104p.
- González, L.; González-Vilar, M.
2001. En: Handbook of Plant Ecophysiology Techniques. Reigosa, M. pp. 207-212.
- Manzur, M.I.; Alanoca, N.
2012. Patrimonio Alimentario de Chile. Productos y Preparaciones de la Región de Arica y Parinacota. Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y Fundación Sociedades Sustentables. Andros Impresores, Santiago. 248p.
- Monge-Pérez, J.
2014. Caracterización de 14 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha* 27(4): 58-68.
- Nuez, F.
2001. El cultivo de tomate. Edición Mundi-Prensa. España. 793p.
- ODEPA
2014. Oficina de estudios y políticas agrarias Ministerio de Agricultura estudio sobre alternativas de protección jurídico – normativa y de otra índole para semillas y prácticas tradicionales relacionadas con la agricultura, utilizadas y mantenidas por agricultoras y agricultores de nuestro país. Informe final - Licitación 688-11-LE14.108p.
- Rivero, M.; Quiroga, M.; González, O.; Moraga, L.
2013. INTA. 2013. Postcosecha de tomate. Control de calidad. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Boletín N°6. 6p.
- Romero, R.; Soria, T.; Cuartero, J.
2001. Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science* 160:265-272.
- Saavedra, G.
2005. Efecto del medio ambiente en el contenido de licopeno y sólidos solubles del tomate para procesamiento. Seminario Internacional "Producción de tomate para procesamiento". Series Actas INIA N° 32. Centro Regional de Investigaciones La Platina. Santiago de Chile. 108p.

- Torres, A.; Acevedo, E.
2008. El problema de salinidad en los recursos
suelo y agua que afectan el riego y cultivos
en los valles de Luta y Azapa en el norte de

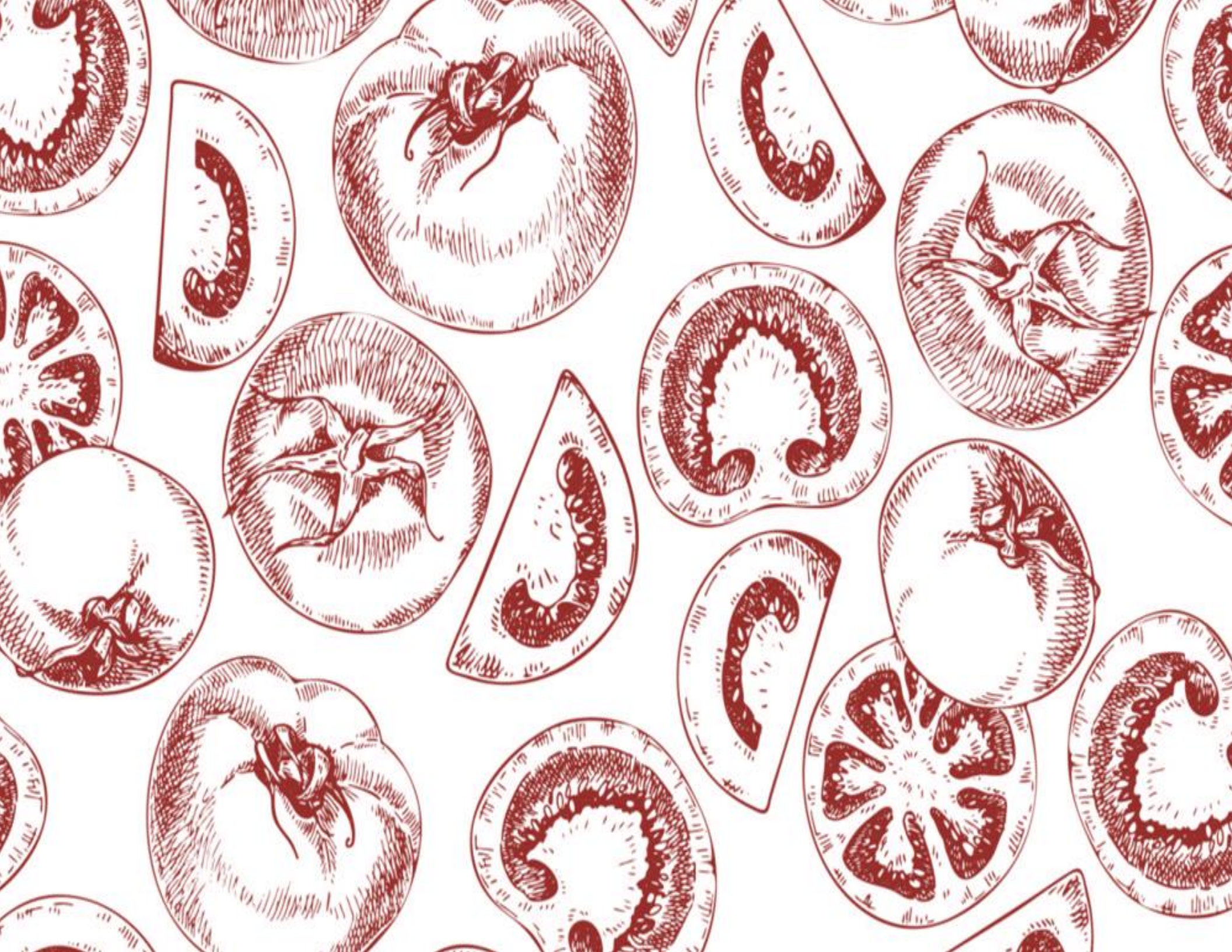
Chile. *Idesia* (Chile), Volumen 26(3),
Septiembre-Diciembre.

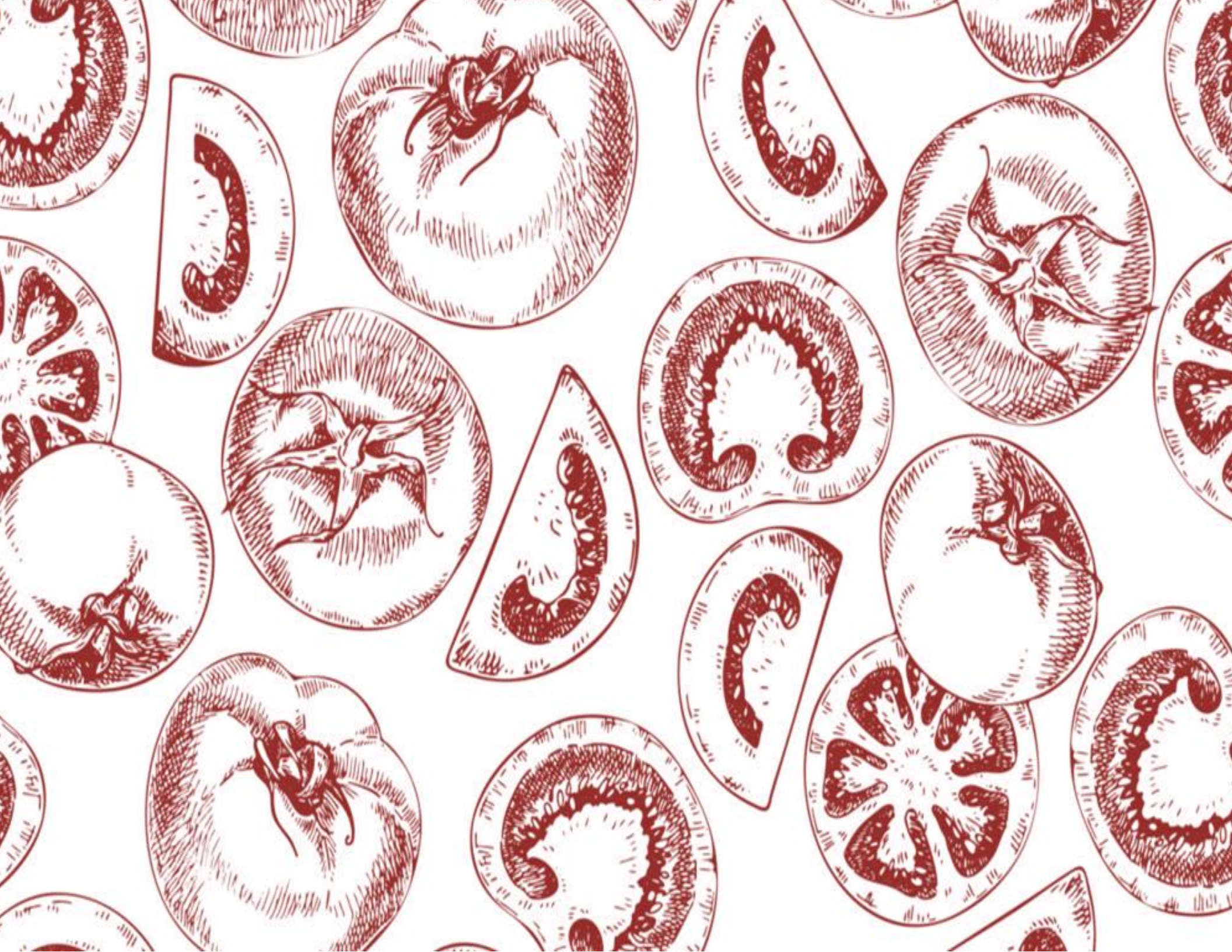


UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
Universidad del Estado



**Convenios de
Desempeño**
Integración y Desarrollo





**CÓDIGO DE
BARRAS**