

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTOMÁTICAS
DE DOS VARIEDADES DE PAPA MEJORADA (*Solanum
tuberosum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVIERNO
EN POCOLLAY - TACNA**

TESIS

Presentada Por:

Bach. Guillermo Rojas Valdez

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA – PERÚ

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Escuela Profesional de Agronomía

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTOMÁTICAS DE
DOS VARIEDADES DE PAPA MEJORADA (*Solanum
tuberosum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVIERNO
EN POCOLLAY – TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 21 DE ABRIL DEL 2023 SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. ARISTIDES CHOQUEHUANCA TINTAYA

SECRETARIO:



MSc. MAGNO SANTOS ROBLES TELLO

VOCAL:



Dra. NELLY ARÉVALO SOLSOL

ASESOR:



Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Oscar Octavio Fernández Cutire, en mi condición de asesor de trabajo de tesis titulado "Evaluación de las características estomáticas de dos variedades de papa mejorada (*Solanum tuberosum* L.) Bajo condiciones de invierno en Pocollay - Tacna", presentado por el bachiller Guillermo Rojas Valdez, para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y ser publicado en el repositorio institucional. Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajo de investigación y producción intelectual, considerando que según la evaluación a través de software de similitud textual Turnitin cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es de 8% de similitud general. Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD del trabajo de tesis está de acuerdo al nivel permitido, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación. Se emite el presente certificado con los fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.

Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire
DNI: 00472839
Asesor de Tesis



Guillermo Rojas Valdez
DNI: 42002818
Bachiller



DEDICATORIA

Con cariño y gratitud inmensa a mi querida madre Isidora Valdez Ccopa (+), Irene Quispe Quispe (+), a mi padre Vicente Chambilla Rodríguez (+), Alfredo Augusto Chambilla Quispe(+) y con mucho aprecio y cariño a Rosario del Carmen, Jacqueline Irene y Vicente Freddy Chambilla Quispe siempre estuvieron a mi lado en mi formación personal y profesional.

Para mis hermanos Fredy, Edelvira Elena, Rosario Isabel, Rosa, Edilbertha y María Rojas Valdez.

Guillermo Rojas Valdez

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire; así mismo agradecer a la Dra. Rosario Zegarra Vda. de Chávez, Dra. Nelly Arévalo Solsol, Msc, Magno Santos Robles Tello, Msc. Arístides Choquehuanca Tintaya y Ing. Bret Gary Luque Zúñiga por el apoyo incondicionalmente en todo momento

Expreso mi profundo y eterno agradecimiento a quienes despojándose del egoísmo personal pusieron en mí, conocimientos de la carrera profesional más honrosa, loable y digna, la de Ingeniero, y aún más de la Agrónomo; hombre tenaz de proponer soluciones a los problemas de la producción, seguridad alimentaria, agroexportación y manejo racional de los recursos naturales.

Muy agradecido a todo el personal administrativo; Lourdes E. Mendia, Juliette Romero, Edith M. Valdez, Ismael Mollinedo, Gladys Hualpa, Ciriaco Eleuterio Maque (+), quienes siempre estuvieron pendiente de mis trámites administrativos.

Con todo el respeto a ustedes mis amigos, compañeros, colegas.

Guillermo Rojas Valdez

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	<i>iv</i>
AGRADECIMIENTOS	<i>v</i>
INDICE DE CONTENIDO.....	<i>vi</i>
INDICE DE TABLAS	<i>x</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>xi</i>
INDICE DE ANEXOS	<i>xii</i>
RESUMEN	<i>xiii</i>
ABSTRACT.....	<i>xiv</i>
INTRODUCCIÓN	<i>1</i>
CAPÍTULO I.....	<i>4</i>
EL PROBLEMA.....	<i>4</i>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	<i>4</i>
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	<i>7</i>
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	<i>8</i>
1.4 JUSTIFICACIÓN	<i>8</i>
CAPÍTULO II.....	<i>11</i>
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	<i>11</i>
2.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	<i>11</i>
2.1.1 Objetivo General	<i>11</i>
2.2 HIPÓTESIS.....	<i>11</i>
2.2.1 Hipótesis general.....	<i>11</i>

2.3 VARIABLES	11
2.3.1 Dependientes	11
2.3.2 Independiente	11
CAPÍTULO III	12
3.1 ANTECEDENTES	12
3.2 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE PAPA	15
3.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA	20
3.4 MORFOLOGÍA DE MICROESTRUCTURAS EPIDÉRMICAS	21
3.4.1 Epidermis	21
3.4.2 Cutícula	22
3.4.3 Cera	23
3.4.4 Cristales	24
3.4.5 Distribución	25
3.4.6 Formas	26
3.4.7 Estomas	27
3.5 FENOLOGIA	31
3.5.1 Fisiología	34
3.5.2 Floración	36
3.5.3 Crecimiento de estolones	37
3.5.4 Tuberización	37
3.5.5 Inducción o inicio	37
3.5.6 Tuberización o "llenado"	38

3.6 FERTILIZACIÓN	38
3.7 RIEGO	39
CAPÍTULO IV.....	40
MATERIALES Y MÉTODOS	40
4.1 UBICACIÓN DEL CAMPO DEL EXPERIMENTO.....	40
4.1.1 Ubicación política	40
4.1.2 Ubicación geográfica.....	40
4.2 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	41
4.2.1 Descripción de la papa variedad Única	41
4.2.2 Descripción de la papa variedad Tomasa Tito Condemayta.....	44
4.3 VARIABLES EVALUADAS	45
4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	46
4.5 CONDUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA.....	47
4.5.1 Preparación del terreno.....	47
4.5.2 Tendido de cintas y marcado del terreno	47
4.5.3 Siembra del tubérculo-semilla	47
4.5.4 Aporque	48
4.5.5 Riego.....	48
4.5.6 Abonamiento	48
4.5.7 Control de plagas	49
4.5.8 Control de enfermedades	49
4.5.9 Deshierbo.....	50

4.5.10 Cosecha.....	50
CAPÍTULO V.....	51
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	82

INDICE DE TABLAS

<i>TABLA 1. Número de estomas en unidades de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>51</i>
<i>TABLA 2. Largo de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>54</i>
<i>TABLA 3. Ancho de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>56</i>
<i>TABLA 4. Área de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>59</i>
<i>TABLA 5. Perímetro de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>62</i>
<i>TABLA 6. Rendimiento por planta de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>65</i>

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Caja y bigotes para el número de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	<i>53</i>
<i>Figura 2. Caja y bigotes para el largo de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	<i>56</i>
<i>Figura 3. Caja y bigotes para el ancho de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4. Caja y bigotes para el área de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	<i>61</i>
<i>Figura 5. Caja y bigotes para el perímetro de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6. Gráfico de distribución t de student para las variedades única y Tomasa Tito Condemayta.....</i>	<i>67</i>

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1: Cuadro de resumen de datos obtenidos de la variedad Única</i>	83
<i>Anexo 2: Cuadro de resumen de datos obtenidos de la variedad Tomasa Tito Condemayta</i>	84
<i>Anexo 3: Cuadro de datos de medición con cámara Excelis D-LITE- AU-300-HD y Software Capta Visión de la variedad Única.</i>	85
<i>Anexo 4: Cuadro de datos de medición con cámara Excelis D-LITE- AU-300-HD y Software Capta Visión de la variedad Tomasa Tito Condemayta</i>	89
<i>Anexo 5: Cuadro de peso en Kg de tubérculos de las variedades Única y Tomasa Tito Condemayta</i>	93

RESUMEN

El presente estudio evaluó las características estomáticas de dos variedades mejoradas de papa, "Única" y "Tomasa Tito Condemayta," durante el invierno en Pocollay, Tacna. La investigación fue básica, descriptiva y cuantitativa. Se analizaron la densidad, longitud, ancho, área y perímetro de las estomas. El resultado del estudio evidencio que "Tomasa Tito Condemayta" mostró mayor homogeneidad en las características estomáticas, con un coeficiente de variabilidad del 28,87% frente al 48,98% de "Única." Ambas variedades fueron comparables en longitud y ancho de estomas, aunque "Tomasa Tito Condemayta" fue más uniforme (coeficiente de variabilidad de 6,61% vs. 12,46% en "Única"). En área y perímetro de estomas, "Tomasa Tito Condemayta" también fue más uniforme (9,53% y 5,72% vs. 17,74% y 10,23% en "Única"). En conclusión, "Tomasa Tito Condemayta" presenta características estomáticas más uniformes y un rendimiento promedio de 3,62 kg/planta, con diferencias estadísticas significativas.

Palabras clave: estomas, t-student, rendimiento, Tomasa tito Condemayta, única.

ABSTRACT

The present study evaluated the stomatal characteristics of two improved potato varieties, "Única" and "Tomasa Tito Condemayta," during the winter in Pocollay, Tacna. The research was basic, descriptive and quantitative. Stomata density, length, width, area and perimeter were analyzed. The result of the study showed that "Tomasa Tito Condemayta" showed greater homogeneity in stomatal characteristics, with a coefficient of variability of 28,87% versus 48,98% for "Única." Both varieties were comparable in stomata length and width, although "Tomasa Tito Condemayta" was more uniform (coefficient of variability of 6,61% vs. 12,46% in "Única"). In area and stomata perimeter, "Tomasa Tito Condemayta" was also more uniform (9,53% and 5,72% vs. 17,74% and 10,23% in "Única"). In conclusion, "Tomasa Tito Condemayta" showed more uniform stomatal characteristics and an average yield of 3,62 kg/plant, with significant statistical differences.

Key words: stomata, t-student, yield, tomasa tito condemayta, única.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se tiene información accesible de una gama de variedades de plantas del mundo. Desde libros, documentos académicos, colecciones botánicas, información genética y moléculas disponibles para su estudio. se considera en la actualidad cuatro mil especies de papa con valores nutricionales, energéticos y sostén para la seguridad alimentaria.

La importancia de conocer la fisiología de las plantas es primordial, siendo estas responsables dentro de sus funciones del intercambio de gases entre el medio ambiente y la hoja permitiendo la optimización del recurso hídrico. La característica distintiva de diversas especies es la cantidad de estomas en la superficie adaxial en comparación con abaxial, por lo que son muy pocos trabajos de investigación que se han realizado a la fecha.

A nivel global, la papa ostenta la tercera posición en términos de producción, tan solo precedida por el arroz y el trigo, generando un impresionante volumen de 368 millones de toneladas en una extensión de terreno cultivado de 18 millones de hectáreas, con un destacado rendimiento medio de 21 toneladas por hectárea. China se posiciona como líder en esta categoría, con una producción de 90 millones de toneladas, representando el 25% del total, y una superficie de cultivo de

4,8 millones de hectáreas, lo que equivale al 27% del área mundial dedicada a la patata. América Latina también tiene un papel destacado en esta producción, siendo el Perú el principal exponente de la región, con una cosecha que alcanza las 5 millones 661,4 mil toneladas, contribuyendo con un 1,4% al total global de producción. El país suramericano cultiva estas patatas en una superficie de 342,6 mil hectáreas, representando el 1,8% del total mundial. Además, se distingue por su impresionante rendimiento promedio de 16,5 toneladas por hectárea, según los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Riego (MIDAGRI) en el año 2021.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Planificación Agrícola (ENPA), se evidencia que el 35% de las perspectivas de cultivo corresponden a papas de mejora genética, el 23% se destina a variedades de papas de colores y el 42% se reserva para papas autóctonas. De manera adicional, el 95% de las siembras se realiza en las zonas montañosas, mientras que el 5% se lleva a cabo en los distritos costeros. Los territorios con un papel destacado en las siembras de papas para la temporada agrícola 2021-2022 incluyen Puno con 62,5 mil hectáreas (17,4%), Huánuco con 44,8 mil hectáreas (12,5%), Cusco con 33,6 mil hectáreas (9,4%), Ayacucho con 33,3 mil hectáreas (9,3%), Cajamarca con 31,4 mil hectáreas (8,7%), La Libertad con 27,4 mil

hectáreas (7,6%), Huancavelica con 27,1 mil hectáreas (7,5%), Apurímac con 25,9 mil hectáreas (7,2%), Junín con 25,2 mil hectáreas (7%), y Pasco con 10 mil hectáreas (2,8%). De manera colectiva, estas regiones de alta montaña aportan alrededor de 321,1 mil hectáreas (89,4%) de la totalidad de las perspectivas de siembra de papas, según los datos presentados por ENPA en 2021.

En la actualidad la región de Tacna realiza estudios de rendimiento, optando programas de fertilización nutricional y buenas prácticas agrícolas. En tal sentido, se opta por iniciar estudios de caracterización estomáticas en el cultivo de papa en condiciones de invierno de dos variedades mejoradas de papa, variedad única y la Tomasa Tito Condemayta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la presente época, los agricultores, plenamente conscientes del constante auge del mercado de la papa, buscan con creciente interés un incremento sustancial en la aplicación de tecnología en la producción de este cultivo, con el objetivo de satisfacer las demandas y expectativas de los consumidores. En este contexto, uno de los desafíos principales que deben afrontar se relaciona con la nutrición de las papas, un factor crítico que incide directamente en su rendimiento.

Varias investigaciones han explorado la modificación del comportamiento estomático en las hojas mediante enfoques como la aplicación de antitranspirantes, el aumento de la humedad ambiental y la inyección de CO₂, con el propósito de potenciar el rendimiento del cultivo.

En la actualidad, no se dispone de datos que aborden la correlación entre el rendimiento y la densidad de estomas en las variedades mejoradas de papa durante la temporada de invierno en la región de Tacna.

Según Chaves M. (1991), los estomas son estructuras vegetales a través de las cuales el dióxido de carbono (CO_2) es absorbido para llevar a cabo la fotosíntesis, y también desempeñan un papel crucial en el proceso de transpiración, que permite a la planta regular su temperatura. Además, este proceso genera una presión negativa que se transmite a través de los vasos de xilema, provocando una succión que facilita la absorción de agua y sales minerales, lo que en última instancia contribuye al óptimo desarrollo de la planta. Este enfoque resalta la importancia fundamental de los estomas en procesos fisiológicos vitales, incluyendo la nutrición, fotosíntesis y regulación térmica, mientras que una disminución en la tasa de transpiración se convierte en un indicador significativo de estrés en la planta.

De acuerdo a Bruggink, GT, Coolen, EAJM y Schouwink, HE (1987), se señala que la pérdida principal de agua en las plantas se produce a través de los estomas en forma de transpiración, representando aproximadamente el 99% del agua absorbida por las raíces. En esta perspectiva, una vía para mejorar los rendimientos podría ser la investigación de alternativas dirigidas a reducir la tasa de transpiración.

Según Esaú K. (1997), la densidad de estomas exhibe una significativa variación atribuible al entorno, lo que implica que puede diferir

entre plantas de una misma especie, incluso entre hojas dentro de la misma planta, e incluso en diferentes áreas de una misma hoja.

El impacto del cambio climático en nuestra región ha contribuido a la creación de condiciones desafiantes para el cultivo de la papa. Las variaciones inducidas por el calentamiento global han resultado en una significativa disminución en la producción de papas, a la par de un aumento en la población de insectos y la propagación de enfermedades.

Además, observamos un creciente interés en comprender los mecanismos que conforman el cambio climático a nivel global y cómo este fenómeno afecta la dinámica del ciclo de carbono en los ecosistemas naturales. Las plantas desempeñan un papel crucial en este contexto, dado su potencial para absorber dióxido de carbono (CO₂) a través de la fotosíntesis, convertirlo en celulosa u otras sustancias orgánicas, lo que subraya su importancia fundamental en este proceso.

La fotosíntesis, la respiración y la transpiración son procesos fisiológicos de suma relevancia en las plantas, y su regulación se lleva a cabo a través de la acción de los estomas. Cabe destacar que el número de estomas en las diferentes especies vegetales puede variar significativamente, y la proporción entre la superficie adaxial y la abaxial donde se ubican estos estomas constituye una característica distintiva propia de cada especie.

De acuerdo con Lindorff (1984), las limitaciones que se han observado en diversos ámbitos se pueden resumir en restricciones inherentes al sector, insuficiencia de técnicas más idóneas para lograr resultados de mayor calidad y la implementación de tecnología aún en sus primeras etapas de desarrollo, entre otras cuestiones. Por tanto, con el fin de abordar y superar estos obstáculos mencionados, es fundamental evaluar la situación actual y proponer medidas de mejora.

En la práctica, los agricultores desconocen las funciones fisiológicas del cultivo de la papa, situación por la que el presente estudio enfoca en la búsqueda de alternativas a nuevos manejos de producción que permita mejorar un conocimiento en la evaluación de las características estomáticas de dos variedades de papa mejorada (*Solanum tuberosum* L.) bajo condiciones de invierno en Pocollay – Tacna.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Qué características estomáticas tendrán las variedades de papa mejorada (*Solanum Tuberosum* L.) bajo condiciones de invierno en Pocollay – Tacna?

1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Temporal

El presente estudio de investigación tuvo como inicio el 24 de junio del 2021 y se finalizó con la evaluación en campo el 14 de noviembre del 2021.

Espacial

La presente investigación se llevó a cabo en el fundo “Chura” del Distrito de Pocollay, su ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud sur : 17°47'25,15”
- Longitud Oeste : 70°31'18,24”
- Altitud : 558 msnm

1.4 JUSTIFICACIÓN

Se realizará este estudio porque, en Perú y otras naciones sudamericanas, el cultivo de *Solanum tuberosum* L. se efectúa en áreas de alta montaña con topografía accidentada y limitada disponibilidad de riego, lo que conduce a frecuentes condiciones de estrés hídrico (Gabriel y Ancasi, 2016). Esta investigación será necesaria para los agricultores y productores de papa de la región de Tacna, quienes enfrentan la falta de datos específicos sobre las variedades comerciales que cultivan,

dificultando la implementación de estrategias efectivas para mitigar pérdidas económicas.

La investigación se llevará a cabo con el objetivo de evaluar las características estomáticas de dos variedades mejoradas de papa ("Única" y "Tomasa Tito Condemayta") en condiciones invernales en Pocollay, Tacna. Estos datos serán esenciales para desarrollar prácticas agrícolas más eficientes y adaptadas a las condiciones locales.

Este estudio será conveniente para agrónomos y fitomejoradores, ya que proporcionará información detallada sobre la respuesta de estas variedades de papa a condiciones de estrés hídrico. Además, los resultados beneficiarán a los formuladores de políticas agrícolas y a los investigadores, quienes podrán utilizar esta información para mejorar la gestión del cultivo de papa en zonas montañosas y optimizar el rendimiento y la sostenibilidad del cultivo.

Estudios previos indican que la reducción de la conductancia estomática aumentará la temperatura foliar debido al cierre estomático en respuesta al estrés hídrico (Saradadevi et al., 2014). Las variedades modernas de papa, provenientes de hibridaciones, han mostrado resistencia a plagas y enfermedades, aunque reemplazar las variedades nativas en la zona andina seguirá siendo un desafío (Chavez, 1990).

Hartmann y Kester (1992) señalaron que la presencia de hojas influirá significativamente en la formación de raíces en estacas. Wallace y Weikai (1998) y McCree (1983) mencionaron que la respuesta de las plantas a la temperatura resultará de una interacción compleja de factores genéticos y ambientales que afectarán su crecimiento y viabilidad.

Ruiz, M., Nieto, D. y Larios, I. (1962) y Lindorf, H. (1991) identificaron la densidad y distribución de estomas como fundamentales para la homeostasis de la planta. Flores-Vindas, E. (1999) destacaron la variabilidad de los estomas entre especies, y Sánchez, M. y Aguirreolea J. (1996) subrayaron la importancia de comprender el mecanismo de apertura y cierre de estos poros.

Esau (1972) estableció que la densidad de estomas en angiospermas varía ampliamente, mientras que Leegod, R. (1993) determinó que la densidad en el envés de las hojas de plantas C3 oscila entre 40 y 300 estomas por milímetro cuadrado. Lindorf, P. (1984) y Medina E. (1986) enfatizaron que la densidad estomática estará influenciada por factores ambientales y familiares.

La papa será un cultivo vital para la seguridad alimentaria, especialmente en regiones montañosas, debido a su alto contenido de almidón y su rol como alimento básico a nivel mundial.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1.1 Objetivo General.

Evaluar las características estomáticas de dos variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Única y Tomasa tito Condemayta en condiciones invernales de Pocollay, Tacna.

2.2 HIPÓTESIS

2.2.1 Hipótesis general

Las variedades mejoradas de papa (*Solanum tuberosum* L.) Var. Única y Tomasa tito Condemayta presentan características estomáticas distintas en condiciones invernales de Pocollay, Tacna.

2.3 VARIABLES

2.3.1 Dependientes

- Densidad estomática
- Dimensiones estomáticas

2.3.2 Independiente

- Variedad de papa

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1 ANTECEDENTES

De acuerdo con el estudio documentado por Sánchez y Aguirreola (1996), emerge la tesis que versa sobre la caracterización estomática de cuatro varietales de *Solanum Tuberosum* L., combinado conocido como *Solanum tuberosum*. La cutícula epidérmica de las hojas exhibe una densa disposición de aperturas microscópicas denominadas estomas, conforme constatado en la investigación referida. Estas microestructuras, presentes de manera ubicua en las porciones vegetativas aéreas, aunque predominantemente en las láminas foliares, ostentan un papel de preeminencia. A través de tales poros, la planta efectúa la asimilación de dióxido de carbono atmosférico para llevar a cabo el proceso fotosintético, concomitantemente con la liberación de agua mediante la transpiración.

Serna *et al* (2002) alude a la variabilidad del recuento estomático en las especies vegetales, y destaca que la cantidad de estomas presentes en la superficie adaxial en relación con la abaxial constituye una característica distintiva propia de cada especie. De manera similar, según las investigaciones de Reyes, L., Quiroz, V., Kelso, Huerta, M., Avendaño, C. y Lobato, R. (2015), se clasifican las plantas en tres categorías fundamentales de acuerdo con la distribución de sus estomas.

Las plantas que presentan estomas únicamente en la superficie superior de sus hojas se denominan epiestomáticas. Aquellas que exhiben estomas exclusivamente en la superficie inferior son catalogadas como hipoestomáticas. Por último, las especies que poseen estomas en ambas superficies, tanto en la adaxial como en la abaxial, se clasifican como anfiestomáticas, mostrando así una estrategia adaptativa singular en su fisiología foliar.

Cuter, Ehleringer y Money (1978), citado por Granada y Benítez (2004), abordan la anatomía foliar en las especies pertenecientes a la familia Solanaceae. En particular, resaltan que las hojas de estas especies se caracterizan por ser anfiestomáticas, presentando una disposición de estomas en ambas superficies. En lo que concierne a la epidermis, se identifica la presencia de células con paredes celulares de configuración sinuosa en vista superficial, las cuales exhiben una variabilidad notable en términos de forma y tamaño.

La densidad, el índice y la longitud del poro estomático emergen como parámetros de discriminación entre las distintas variedades que ostentan cualidades estomáticas deseables. Estos elementos incitan a explorar perspectivas de investigación novedosas, especialmente en el ámbito del mejoramiento genético, donde se enfatizan aspectos como el tamaño de los estomas para un estudio más detenido de la diversidad

genética. Además, se considera esta información para evaluar la resistencia a enfermedades, la capacidad de enfriamiento a través de la evaporación, la tolerancia a condiciones de sequía, la productividad general y la utilización eficaz de los recursos hídricos disponibles. Estas premisas abren una senda de información de vital relevancia para el desarrollo de variedades vegetales más adaptadas y eficientes.

El enfoque de Hetherington, M. y Woodward, F. (2003) subraya que, en condiciones de irradiación elevada, los estomas de dimensiones reducidas otorgan a las plantas una ventaja adaptativa sustancial. Esta particularidad les permite ejecutar movimientos de apertura y cierre con celeridad aumentada, promoviendo así una mayor eficiencia en la gestión hídrica, la fotosíntesis y la transpiración. Un postulado de esta naturaleza ostenta aplicaciones potenciales en el ámbito de la selección de individuos vegetales en procesos de mejoramiento genético, abriendo la puerta a estrategias para la obtención de variedades óptimamente adaptadas a contextos ambientales específicos.

La aportación de Aasaman, K., Sober, A. y Rahi, M. (2000) destaca que el tamaño de los estomas se erige como un factor crucial en el mecanismo de aclimatación ante el estrés hídrico. En este sentido, se establece una relación inversamente proporcional entre las dimensiones de la estoma y la resistencia.

Agrios, N. (2005) introduce la definición de la densidad estomática y el tamaño de los estomas como atributos anatómicos foliares con la capacidad de desempeñar roles de barrera física.

3.2 ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE PAPA

3.2.1 Descripción

Hernán Hurtado (2022), pone de relieve la existencia de un consenso científico predominante en las caracterizaciones a nivel mundial de la planta de papa. Los diversos herbarios distribuidos por el globo comparten una terminología codificada y representan narrativas naturales mediadas por enfoques taxonómicos y análisis de nomenclaturas. Bajo esta perspectiva, *Solanum tuberosum* L. emerge como la denominación científica atribuida a la papa, describiendo así una "especie" que fue documentada en el Species Plantarum de Carlos Linneo en 1753. Esta designación sistemática ofrece una base de entendimiento compartida entre los científicos y académicos, facilitando la comunicación y el intercambio de conocimiento en el ámbito de la botánica y la taxonomía vegetal.

La contribución de Spooner, DM, Mclean, K., Ramsay, G., Wagh, R. Bryan, GJ. (2005), como referenciada por Watanabe, L. Baigorria, M. y Olcese, O. (2008), arroja una luz reciente sobre el proceso de domesticación de la papa moderna, *Solanum tuberosum*. Esta planta emblemática fue objeto de domesticación a partir del diverso

conjunto taxonómico conocido como el complejo *Solanum brevicaule*. Este complejo encapsula un conjunto de veinte taxones o especies silvestres que presentan semejanzas morfológicas. Estas especies abarcan un amplio territorio que se extiende desde la región central del Perú hasta el área septentrional de Argentina. En este contexto, se sugiere que posiblemente la especie *Solanum bukasovii*, enmarcada en el grupo *brevicaule*, desencadenó el proceso evolutivo que culminó en la papa cultivada primigenia, *Solanum stenotom*.

Sifuentes ME, (2001) apunta que, en las comunidades altoandinas, cada familia puede conservar una plétora de distintas variedades, que engloban tubérculos provenientes de diversas especies de papa. Estas variantes son discernidas en función de sus características visuales, coloraciones, aplicaciones específicas y analogías con la vida cotidiana. Sin embargo, hasta la fecha, la diversidad genética de las papas nativas ha sido objeto de escasos análisis en ciertas zonas reconocidas como microcentros de diversidad. La riqueza potencial de recursos genéticos de estas regiones ha sido apenas explorada y comprendida, lo que subraya la necesidad apremiante.

Huamán Z. (1980) sostiene con certeza que *Solanum tuberosum* L., la papa, se erige como una especie de planta anual, caracterizada por su naturaleza herbácea y su estatura variable, oscilando en un rango

que abarca de 50 a 80 centímetros de altura. Los tallos aéreos de la papa presentan una variedad cromática que abarca tonalidades de verde, marrón rojizo y morado, los cuales exhiben ramificaciones a lo largo de su estructura. Además, se destacan los estolones, que constituyen extensiones laterales del tallo y se desarrollan horizontalmente bajo la superficie del suelo. Dichos estolones pueden adquirir la forma de tubérculos o bien crecer verticalmente, dando lugar a la formación de follaje.

Conforme a Domínguez A. (1989), la papa manifiesta una notable capacidad de adaptación a una diversidad de suelos, siempre y cuando estos ostenten una estructura adecuada, caracterizada por su esponjosidad y una aireación óptima. Los suelos de textura franco-arenosa, en particular, se posicionan como entornos propicios para el cultivo, gracias a su combinación de un nivel apropiado de materia orgánica y una permeabilidad efectiva. Estos factores coadyuvan al desarrollo exitoso de la papa en estas condiciones edáficas.

Sierra, C. (1993), resalta que, debido a su limitada densidad radicular, la papa exhibe una notable receptividad hacia la aplicación de fertilizantes. Esta especie manifiesta una alta demanda de nutrientes primarios, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, requiere la provisión adecuada de nutrientes secundarios, como calcio, magnesio y

azufre, junto con una gama de elementos traza como boro, zinc, cobre, hierro, manganeso.

Según Faigunbaum H. (1987), la adaptabilidad de la papa a climas predominantemente frescos y rangos moderados de humedad ambiental se destaca como un elemento crucial. Esta elección climática incide en el ritmo de desarrollo de la planta, promoviendo una marcha más pausada. Tal dinámica favorece la acumulación de carbohidratos esenciales para el proceso de formación de tubérculos. En consecuencia, el equilibrio adecuado entre la temperatura y la humedad en el entorno contribuye de manera significativa al rendimiento y la calidad del cultivo de la papa.

De acuerdo con Domínguez, A. (1989), la papa despliega su desarrollo de manera óptima en el marco de temperaturas medias relativamente bajas, las cuales se sitúan por debajo de los 25°C. Esta marca termal constituye el umbral determinante que delinea el punto en el cual cesa el proceso de tuberización, y más allá del cual la formación de tubérculos se detiene.

En este contexto, Doorembos J. y Kassam A. (1986) resaltan que las temperaturas que propician el desarrollo óptimo de la planta y la generación de tubérculos fluctúan en el rango de 15°C a 20°C. No obstante, subrayan que, para el inicio óptimo del proceso de tuberización, las temperaturas nocturnas deben situarse por debajo de los 15°C. Este

factor térmico, particularmente durante las horas nocturnas, ejerce una influencia determinante al fomentar las condiciones propicias para la iniciación y progresión de la tuberización, proceso esencial en la producción de tubérculos de calidad en cultivos de papa.

De acuerdo con Cortbaoui, R. (1993), la temperatura del suelo ejerce una influencia directa sobre la velocidad de crecimiento de los brotes y el proceso de emergencia. En este sentido, suelos caracterizados por temperaturas bajas (inferiores a 15°C) ralentizan el proceso de emergencia, mientras que suelos con temperaturas más elevadas propician una respuesta más rápida. Sin embargo, conviene tener en cuenta que temperaturas excesivamente elevadas (especialmente las nocturnas que superan los 20°C) pueden llegar a obstaculizar la adecuada formación de tubérculos. La delimitación precisa de los rangos térmicos adecuados se posiciona como un elemento clave en la gestión exitosa del cultivo de la papa, permitiendo optimizar los procesos de germinación, emergencia y desarrollo tuberífero.

En relación a este tema, Midmore, D. (1998), asevera que cuando las temperaturas superan los 25°C, la longevidad de las hojas se reduce considerablemente. Este fenómeno desencadena la producción de un caso de follaje que resulta insuficiente para la captación óptima de energía.

Según Cortbaoui, R. (1993), en relación a las exigencias lumínicas, se destaca que la fotosíntesis aumenta en consonancia con la intensidad lumínica. Asimismo, subraya que la potenciación entre el desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve potenciada por factores estimulantes como el suministro de nitrógeno, la exposición a días prolongados, la presencia de temperaturas elevadas y niveles elevados de humedad ambiental. Estos elementos conjuntos promueven una respuesta sinérgica que favorece el desarrollo integral de la planta de papá.

Midmore, D. (1998) sin embargo, afirma que, bajo condiciones no limitantes de irradiación, el cultivo presenta una tasa de fotosíntesis óptima en el intervalo de 16 °C a 25 °C. Además, se observa un incremento en las pérdidas por respiración a medida que la temperatura aumenta: aproximadamente el doble por cada incremento de 10 °C en la temperatura. Tanto es así que, a temperaturas superiores a 30 °C, la capacidad fotosintética se reduce significativamente en comparación con las condiciones a 20 °C.

3.3 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA

La taxonomía de *Solanum tuberosum* L. se describe de la siguiente manera según Manuel Pumisacho, Stephen Sherwood (2002):

Reino: Vegetal

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales

Sub-Orden: Solaninae

Familia: Solanaceae.

Sub-Familia: Solanoideae.

Tribu: Solanae Género: Solanum.

Sub-Genero: Petatoe

Especie: *Solanum tuberosum* L.

3.4 MORFOLOGÍA DE MICROESTRUCTURAS EPIDÉRMICAS

3.4.1 Epidermis

Mauseth (1988) destaca la presencia de la capa externa de células que recubren hojas, estructuras florales, frutos y semillas. Esta capa funciona como la interfaz crucial entre el entorno y la misma planta. En un extremo, los tejidos vegetales reciben protección, mientras que en el otro extremo se establece el vínculo con el medio ambiente circundante. Una multitud de fuerzas, que pueden ser tanto biológicas como no biológicas, tienen la capacidad de influir en la epidermis. La diversidad de circunstancias con las que se puede enfrentar cualquier célula individual es considerable y diversa.

Esau (1972), Mauseth (1988) y Fahn (1990) concuerdan en que, en consonancia con las diversas funciones desempeñadas por la epidermis, es posible identificar cuatro categorías fundamentales de células epidérmicas. Estas incluyen las células epidérmicas comunes, las células oclusivas, los tricomas o pelos, así como varios tipos de apéndices. La combinación de estas distintas células contribuye a la diversidad funcional y estructural que caracteriza a la epidermis vegetal.

Glover (2000) subraya que los estomas desempeñan múltiples funciones, incluyendo la regulación de la transpiración, la provisión de protección mecánica y la facilitación del intercambio gaseoso, que tiene lugar a través de estos diminutos poros. La interacción sinérgica de las células epidérmicas aporta a la planta una resistencia mecánica esencial que facilita tanto su expansión como su adaptabilidad. Esta colaboración celular contribuye de manera crucial al crecimiento y la flexibilidad de los tejidos vegetales.

3.4.2 Cutícula

Hill *et. al.* (1964) observa que las membranas externas o superficiales de las células epidérmicas en la parte superior de la hoja exhiben un aumento en el grosor, resultado de la presencia de una capa incolora específica denominada cutícula.

Esaú (1972) expone que la cutícula representa una membrana lipídica situada en el entorno extracelular. Esta estructura está compuesta por cutina, un biopoliéster amorfo resultante de la condensación de hidroxiácidos con 16 y 18 átomos de carbono. La capa interna de la cutina recubre las superficies exteriores de las células de la epidermis cuticular, continuando su presencia a través de las aperturas estomáticas. Las células oclusivas que conforman estos estomas están recubiertas en sus superficies libres por esta capa. Además, la cutícula se encuentra sobre las superficies libres del mesófilo de las hojas y cubre las membranas internas de la epidermis en contacto con los espacios.

Mauseth (1988) postula que la cutícula opera como una interfaz vital entre la célula epidérmica de la planta y el entorno exterior. En este contexto, la membrana cuticular desempeña una función crucial en procesos de gran relevancia, como la regulación de la absorción y liberación de agua desde el interior celular, así como la absorción y distribución de compuestos xenobióticos externamente.

3.4.3 Cera

Jenks y Ashworth (1999) aportan precisión al señalar que las partes aéreas de la superficie vegetal se encuentran recubiertas por ceras epicuticulares, una capa externa de cera que cumple una función crucial al establecer una interfaz primordial entre la planta y su entorno. Estas ceras

epicuticulares exhiben una elevada cristalinidad y presentan una composición química sumamente compleja. En su estructura química, se entrelazan componentes hidrofóbicos diversos, tales como cadenas extensas de hidrocarburos, terpenoides, cetonas, ésteres, alcoholes alifáticos, ácidos grasos, aldehídos alifáticos y compuestos aromáticos. Los autores destacan que distintos factores del microclima que rodea a la planta pueden incidir en el contenido de estas ceras. Un ejemplo ilustrativo es el aumento en la cantidad de ceras por unidad de área foliar observado en *Brassica oleracea* bajo temperaturas bajas en el rango de 15°C a 25°C. Un efecto similar de incremento en el contenido de ceras se manifiesta en *Nicotiana tabacum* cuando se encuentran en rangos de temperaturas entre 18°C y 28°C. Estos descubrimientos resaltan la intrincada interacción entre el entorno microclimático y la composición de las ceras epicuticulares en diferentes especies vegetales.

3.4.4 Cristales

Dickison (1999) subraya que los cristales son considerados inclusiones no protoplasmáticas en las células de las plantas. Estos cristales, en su composición química predominante, contienen sales de calcio. Entre las familias vegetales, es común encontrar cristales de oxalato de calcio, los cuales pueden manifestarse como cristales monohídricos o trihídricos en la mayoría de los casos. Sin embargo, en

familias como Ulmaceae, Cannabaceae, Moraceae y Urticaceae, los cristales están constituidos por carbonato de calcio. Estos cristales, además de contribuir a la diversidad estructural de las células vegetales, también pueden desempeñar funciones específicas en la fisiología y defensa de la planta.

3.4.5 Distribución

Esau (1972), citado por Dickison (1999), hace hincapié en que la presencia de cristales en las plantas puede variar considerablemente según las especies. En algunas especies, los cristales pueden ser abundantes, mientras que en otras su presencia puede ser consistente pero no necesariamente en gran cantidad, e incluso pueden estar ausentes. Además, los cristales pueden estar confinados a un tipo específico de célula o tejido, o pueden estar distribuidos en varios tipos de estructuras celulares. En el caso de los cristales de oxalato de calcio, su distribución puede ser uniforme en todo el tejido o puede estar más restringida a ciertas regiones particulares del mismo. Esta diversidad en la presencia y distribución de los cristales en las plantas resalta la complejidad de las adaptaciones evolutivas y las funciones fisiológicas que estos elementos pueden tener en diferentes contextos.

3.4.6 Formas

Kostman *et al* (2001) introduce la terminología relacionada con los cristales vegetales. Los "estiloides" se refieren a cristales individuales de forma alargada, con una longitud que es al menos cuatro veces su ancho. Por otro lado, los "rafidios" se componen de cristales individuales que se agrupan en haces, los cuales están envueltos por una membrana. El haz completo suele estar rodeado por una capa de mucílago. Estos rafidios se encuentran alojados en el interior de células alargadas llamadas idioblastos o sacos de rafidios. Este vocabulario específico ayuda a describir las diversas formas y agrupaciones que pueden adoptar los cristales en las plantas, y estas características pueden desempeñar roles importantes en aspectos como la defensa contra herbívoros y la acumulación de productos metabólicos.

Dickison (1999) explica que existen otras configuraciones cristalinas, como los "cristales aciculares", que son pequeñas agujas dispuestas individualmente, sin formar haces. También se encuentran las "drusas" y los "esferitos", que son formas compuestas que se agrupan en una estructura esférica, con puntas afiladas que le confieren una apariencia estrellada. Finalmente, se identifica la forma de "cristal arena", que se refiere a una agregación granular compuesta de partículas finas de microcristales esparcidos en la célula, lo cual le otorga una apariencia

similar a la arena. Cada una de estas morfologías cristalinas contribuye a la diversidad estructural y funcional de los tejidos vegetales donde se encuentran.

3.4.7 Estomas

Wilmer (1983) describe los estomas como estructuras compuestas por un par de células oclusivas y la abertura ubicada entre ellas. Estos estomas funcionan como canales esenciales de comunicación e intercambio gaseoso en las plantas.

Salisbury y Ross (1992) explican que, debido a la presencia de la cutícula cerosa en la superficie de las hojas, la difusión se ve restringida. En consecuencia, la mayoría del vapor de agua y otros gases necesitan atravesar las aberturas, también conocidas como poros estomáticos u ostíolos, que se encuentran entre las células oclusivas. Estos poros representan el principal medio a través del cual se lleva a cabo el intercambio gaseoso en la planta.

Esaú (1972) señala que el ostíolo, a su vez, conduce hacia el interior de un espacio intercelular amplio conocido como cámara subestomática. Esta cámara subestomática mantiene una continuidad con los espacios intercelulares presentes en el mesófilo de la hoja.

Lindorf (1984) destaca que los estomas representan pequeñas aperturas presentes en la epidermis que cumplen una función crucial en el

intercambio gaseoso. Estas aberturas se encuentran flanqueadas por dos células en forma de riñón conocidas como células oclusivas o guardianas. Estas células tienen la habilidad de expandirse o contraerse de acuerdo a las variaciones en su turgencia. Un aspecto distintivo es que estas células poseen paredes con espesores desiguales, siendo la pared más delgada la que está más alejada del poro o abertura estomática, mientras que la pared adyacente al poro presenta un espesor mayor. Este arreglo estructural contribuye a la regulación y control de los procesos de apertura y cierre de los estomas, los cuales son esenciales para la homeostasis y la adaptación de la planta a su entorno.

Según Willmer y Fricket (1996), los estomas son las estructuras presentes en las hojas que ejercen la mayor influencia en la regulación del intercambio de gases, como el dióxido de carbono (CO₂) y el vapor de agua, en las plantas.

Raven (2002), citado por Hetherington y Woodward (2003), destaca que diversos factores ambientales, como la intensidad lumínica, la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera y los sistemas internos de control, desempeñan un papel crucial en la modulación de los estomas. La conductividad hidráulica de la planta, desde el suelo hasta las hojas, junto con la respuesta de los estomas a las alteraciones en las condiciones ambientales, son características fundamentales que regulan el

proceso de transpiración. Estos mecanismos de regulación, interconectados y sensibles al entorno, contribuyen al equilibrio y la adaptación de la planta en su intercambio gaseoso y su eficiencia hídrica.

Rodríguez (2000) aborda la ubicación de los estomas en las hojas y menciona que estos pueden encontrarse en diferentes disposiciones. En las hojas verdes, los estomas pueden estar presentes en ambas superficies, lo que se conoce como hoja anfiestomática. Alternativamente, pueden estar localizados en una sola superficie, ya sea la superior (hoja epistomática) o, de manera más común, en la inferior (hoja hipostomática). Esta variabilidad en la distribución de los estomas en las hojas es una adaptación que influye en la eficiencia de la planta en la regulación del intercambio gaseoso y en la gestión de la transpiración.

Lindorf (1984) proporciona una clasificación detallada basada en el número y la disposición de las células acompañantes alrededor de los estomas. Según su investigación, los diferentes tipos son los siguientes:

- a) **Tipo anomocítico:** En este caso, las células oclusivas no tienen células acompañantes a su alrededor; las células circundantes son similares a las otras células epidérmicas.
- b) **Tipo anisocítico:** Aquí, las células oclusivas están rodeadas por tres células acompañantes dispuestas en una disposición espiral, donde una de ellas suele ser de menor tamaño.

- c) **Tipo paracítico:** Cada célula oclusiva está rodeada por una o más células acompañantes, cuyos ejes mayores están paralelos a los de las células oclusivas.
- d) **Tipo diacítico:** En este tipo, cada estoma está flanqueado por dos células acompañantes cuya pared común se encuentra en posición perpendicular al eje longitudinal del estoma.
- e) **Tipo tetracítico:** En este caso, cada estoma está rodeado por cuatro células acompañantes dispuestas en pares perpendiculares, dos a cada lado y dos en los extremos.
- f) **Tipo actinocítico:** Aquí, cada estoma está rodeado por varias células acompañantes alargadas dispuestas en forma radial.
- g) **Tipo ciclocítico:** En este tipo, cada estoma está rodeado por cuatro o más células acompañantes que forman uno o dos anillos alrededor de él.
- h) **Tipo helicocítico:** En este último tipo, cada estoma está rodeado por una disposición en forma de hélice compuesta por cuatro o más células. Este tipo es común en familias donde también aparece el tipo anisocítico.

Esta clasificación detallada permite diferenciar distintos patrones de organización de células acompañantes alrededor de los estomas, lo

cual puede estar relacionado con las funciones y adaptaciones específicas de cada especie de planta.

3.5 FENOLOGIA

De acuerdo con Cabrera y Escobar (1993), el desarrollo fenológico del cultivo de papa se inicia con la emisión de brotes en los tubérculos y culmina con la madurez fisiológica del cultivo, marcando el comienzo del proceso de cosecha. A lo largo de su crecimiento y desarrollo, la papa experimenta una serie de cambios y fases en relación a sus órganos vegetativos y reproductivos. Estos procesos fenológicos son cruciales para el ciclo de vida de la planta y para el rendimiento final del cultivo.

Midmore, D. (1998), sin embargo, establece que en condiciones de radiación solar adecuadas, el cultivo de papa experimenta una tasa de fotosíntesis óptima en un rango de temperatura que abarca desde los 16°C hasta los 25°C. Además, señala que a medida que la temperatura aumenta, las pérdidas en la respiración también se incrementan, mostrando un patrón aproximado de duplicación por cada aumento de 10°C en la temperatura. Este fenómeno es tal que, en temperaturas que superan los 30°C, la tasa de fotosíntesis disminuye notablemente en comparación con la observada a 20°C. Estos hallazgos subrayan la influencia significativa de la temperatura en la eficacia de la fotosíntesis y,

por consiguiente, en el rendimiento del cultivo de papa en condiciones climáticas variadas.

Faiguenbaum H. (1987), destaca que la papa exhibe una notable adaptabilidad a climas caracterizados por su frescura, así como por niveles moderados de humedad ambiental. Esta elección climática, según el autor, resulta en un ritmo de desarrollo más pausado de la planta, lo que a su vez favorece la acumulación de carbohidratos esenciales para el proceso de formación de los tubérculos. La interacción entre estas condiciones climáticas y el metabolismo de la planta contribuye a un cultivo óptimo en términos de producción de tubérculos de calidad y rendimiento general.

Salas, P. (2005) sostiene que la duración del ciclo vegetativo del cultivo de papa puede oscilar entre 3 y 7 meses, variando en función de la variedad específica que se esté cultivando. Este rango temporal demuestra la considerable variabilidad en la duración del ciclo de crecimiento de la papa, lo cual está influenciado por diversos factores genéticos y ambientales, y que puede tener un impacto significativo en el desarrollo y la productividad de la planta.

Hernández, J. y León J. (1992) ofrecen una breve descripción de las fases fenológicas más significativas en el ciclo de cultivo de la papa:

- **Fase de emergencia:** Esta fase se refiere a la aparición inicial de las primeras hojas en la superficie del suelo.
- **Fase de formación de estolones:** Inicia cuando las yemas de los tallos subterráneos comienzan a crecer horizontalmente en forma de ramificaciones laterales.
- **Fase de inicio de floración:** En esta etapa emergen los primeros botones florales. El pedúnculo floral y la inflorescencia se desarrollan después del cese del crecimiento del tallo principal. En algunas variedades, el inicio de la floración coincide con el comienzo de la formación de los tubérculos.
- **Fase de Plena Floración:** Comienza con la apertura de los primeros botones florales, liberando las flores. Diversas variedades pueden presentar diferentes niveles de floración, incluso algunas que no llegan a florecer.
- **Fase de tuberización:** Este período comienza con el engrosamiento de los tubérculos en los estolones. Este proceso es resultado de la conversión de los azúcares en almidón.
- **Fase de maduración:** Se inicia cuando el follaje de la planta alcanza su máximo desarrollo. La madurez de la planta se evidencia cuando la mayoría de las hojas adquieren un tono amarillento, cuando el follaje verde se ha perdido por completo o

cuando al presionar suavemente un tubérculo, no se desprende la piel. La maduración puede coincidir con el final de la floración.

Aunque el progreso de una fase a otra es consecutivo, es importante destacar que, en el cultivo de la papa, algunas fases pueden ocurrir simultáneamente. Un ejemplo de esto es que el inicio de la fase de plena floración (botones florales) puede coincidir con el comienzo de la tuberización.

3.5.1 Fisiología

Egúsqiza (2000) introduce el campo de la fisiología vegetal como la rama de la biología que se enfoca en comprender las funciones realizadas por los seres vivos de manera individual o en relación con su entorno. Entre las funciones vitales se destaca la respiración, compartida por todos los seres vivos. Sin embargo, las plantas presentan una función única y crucial conocida como fotosíntesis.

Egúsqiza (2000) establece que el extremo o ápice de la raíz constituye un tejido altamente especializado en el proceso de crecimiento o elongación. La agrupación total de las raíces conforma el denominado "sistema radicular" o "cabellera". Este sistema radicular desempeña una función crítica al encargarse de absorber el agua y los nutrientes presentes en el suelo. Un hecho esencial es que el adecuado desarrollo

de las raíces resulta indispensable para el crecimiento óptimo de la planta en su totalidad.

Egúsquiza (2000) destaca que el tamaño o puerta aérea de la planta está condicionado por la variedad, lo cual incide en aspectos como la longitud del tallo, la cantidad de ramificaciones y la duración de su desarrollo. El desarrollo aéreo de la planta o su follaje está influenciado por diversos factores, tales como la disponibilidad de nutrientes, la cantidad de agua y la temperatura. A continuación, se describen las siguientes etapas:

- **Preemergencia:** Durante esta fase, el crecimiento es predominantemente subterráneo.
- **Crecimiento inicial:** En esta etapa, el crecimiento de la planta es relativamente lento.
- **Crecimiento lineal:** Se caracteriza por una mayor tasa de crecimiento en la planta.
- **Pleno crecimiento:** La planta ha alcanzado su tamaño máximo en esta fase.
- **Madurez:** En esta etapa, las hojas inferiores comienzan a amarillear, y el follaje tiende a inclinarse hacia abajo.

Egúsquiza (2000) también señala que las modificaciones a las que se hace referencia pueden implicar que una variedad temprana de papa

adquiera características de una variedad tardía. Por ejemplo, si el suelo cuenta con una cantidad abundante de nitrógeno o si se aplican productos que estimulan el crecimiento, una variedad temprana podría experimentar un crecimiento similar al de una variedad tardía. Del mismo modo, una variedad de crecimiento más lento o tardío podría mostrar comportamientos similares a las variedades tempranas si se utiliza semilla de edad avanzada o si se reduce el riego. En resumen, ciertos factores externos pueden influir en el comportamiento y desarrollo de las variedades de papa, alterando su ciclo de crecimiento y maduración.

3.5.2 Floración

Egúsquiza (2000) indica que el pedúnculo floral y la inflorescencia de la papa comienzan a crecer una vez que el tallo principal ha alcanzado su longitud máxima y se inicia la "primera floración". Al mismo tiempo, se observa el inicio del crecimiento de una rama lateral o se acelera el crecimiento de un tallo secundario, en cuyo extremo se desarrollará otra inflorescencia que se asemeja a una "segunda floración". Este proceso puede dar la impresión de que la planta tiene dos momentos de floración distintos debido al crecimiento escalonado de las inflorescencias en diferentes partes de la planta.

3.5.3 Crecimiento de estolones

Egúsquiza (2000) explica que el tejido en el extremo o gancho del estolón de la papa es altamente especializado para la división celular activa. Los estolones se extienden mediante una combinación continua de división celular y elongación. El crecimiento de los estolones es el resultado de la división celular que ocurre en el extremo o gancho de los mismos. A medida que los estolones crecen, los nudos se distancian entre sí, dando lugar a la aparición de nuevos nudos y hojas rudimentarias en los lugares correspondientes. Este proceso de crecimiento y desarrollo de los estolones es esencial para la expansión y propagación de la planta de papá.

3.5.4 Tuberización

Egúsquiza (2000) destaca que la formación de tubérculos, también conocida como tuberización, es el proceso biológico más fundamental que lleva a cabo la planta de papá. Este proceso se desarrolla en dos etapas consecutivas:

3.5.5 Inducción o inicio:

Esta etapa se produce cuando los azúcares se transforman y almacenan en forma de almidón. Durante este proceso, las células comienzan a multiplicarse a lo largo de la parte denominada "gancho" en

los estolones, y el crecimiento de los estolones se detiene. La inducción ocurre en un período de una o dos semanas al nivel de la planta.

3.5.6 Tuberización o "llenado":

En esta fase, los tubérculos experimentan un crecimiento activo. Las células del tubérculo se multiplican en dirección radial, es decir, hacia los lados del "gancho" del estolón. Esto provoca que el tubérculo se expanda y crezca debido a la acumulación de agua y sólidos. Esta etapa de tuberización continúa hasta que el follaje de la planta muere.

Ambas etapas son esenciales para la formación y desarrollo de los tubérculos de papa, que representan la parte comestible y valiosa del cultivo.

3.6 FERTILIZACIÓN

Según Sánchez (2003), la papa es un cultivo que requiere una fertilización intensa y equilibrada, determinada en función de la fertilidad del suelo y las aplicaciones previas de fertilizantes. Los niveles de nutrientes necesarios para la papa son los siguientes: 150 a 200 kg/ha de nitrógeno, 300 a 600 kg/ha de fósforo y 200 a 250 kg/ha de potasio. Estos valores reflejan la cantidad de nutrientes esenciales que el cultivo necesita para lograr un crecimiento y rendimiento óptimos.

3.7 RIEGO

De acuerdo con Sepúlveda *et al* (1999), en relación a dos variedades de papa, se controlará que las plantas cultivadas en suelos con altos niveles de humedad (50 a 55% de humedad aprovechable en el suelo) tuvieron un período vegetativo más prolongado en promedio y obtuvieron mayores rendimientos en comparación con aquellas cultivadas en suelos con niveles más bajos de humedad (20 a 25%).

Por otro lado, Solórzano *et al* (1993) y Jara (1999) respaldan esta idea al afirmar que una reducción en la cantidad de agua aprovechable en el suelo conlleva una disminución en los rendimientos del cultivo de papa. Además, señalan que esta reducción en la disponibilidad de agua en el suelo puede aumentar la tasa de respiración de las plantas y acelerar el proceso de envejecimiento de la planta. En conjunto, estos estudios sugieren que la disponibilidad de agua en el suelo desempeña un papel crucial en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de papa.

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 UBICACIÓN DEL CAMPO DEL EXPERIMENTO

La Presente investigación se realizó en el fundo “Chura”, ubicado en el distrito de Pocollay, provincia y departamento de Tacna.

4.1.1 Ubicación política

- Distrito : Pocollay
- Provincia : Tacna
- Región : Tacna

4.1.2 Ubicación geográfica

El campo experimental se encuentra ubicado geográficamente:

- Latitud sur : 17°10'25,12”
- Longitud Oeste : 70°13'58,22”
- Altitud : 628 msnm

4.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la evaluación del presente trabajo se ha empleado material genético de dos variedades de papa mejorada: Única y Tomasa Tito Condemayta, que fue evaluada en el laboratorio de fisiología vegetal de la escuela profesional de Agronomía de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.

4.2.1 Descripción de la papa variedad Única

Según Gutiérrez (2007), el cultivar "Única" es el producto de un proceso de investigación participativa que involucra a agricultores y asociaciones de productores, así como a instituciones nacionales de investigación en el ámbito agrícola, como la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica. y el Centro Internacional de la Papa (CIP). El nombre "Única" es un tributo a la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica.

Este cultivar ha sido desarrollado mediante una estrecha colaboración entre agricultores, investigadores y expertos en papa, con el objetivo de obtener una variedad que se adapte a las condiciones locales y satisfaga las necesidades de los productores. Este enfoque participativo implica que los agricultores contribuyen con sus conocimientos y experiencias al proceso de selección y desarrollo de la variedad, lo que a

su vez garantiza que la variedad sea adecuada para las condiciones específicas de cultivo y las demandas del mercado.

El nombre "Única" no solo hace referencia a la singularidad de esta variedad, sino que también refleja el reconocimiento y la colaboración entre la universidad y otras instituciones en el desarrollo de este cultivar. En resumen, el cultivar "Única" es un ejemplo de cómo la investigación participativa puede dar lugar a variedades de cultivo adaptadas y beneficiosas para los agricultores y la comunidad en general.

Según las investigaciones del CIP (1997 y 1998) citadas por Gutiérrez (2007), la variedad "Única" presenta las siguientes características:

- La planta de la variedad "Única" es herbácea y tiene un hábito de crecimiento erecto. Los tallos son horribles y de color verde oscuro, con una altura que oscila entre 0,90 y 1,20 metros.
- Las hojas son compuestas y se distribuyen en espiral alrededor del tallo. Tienen una forma disectada, con cinco pares de folíolos laterales y un par de interhojuelas sobre los peciolulos.
- La variedad tiene una floración moderada durante la primavera en la zona de costa, una floración escasa en invierno en la costa y ausencia de floración en condiciones de sierra (por encima de los

2,000 metros sobre el nivel del mar). Las flores son de color violeta y no forman bayas en épocas con bajas temperaturas.

- Los tubérculos son oblongos y alargados, con ojos superficiales. Los ojos en la parte apical son semiprofundos. En primavera, se forman ligeras protuberancias en los ojos, que se vuelven más lisos en invierno o en condiciones de sierra. Estas protuberancias también pueden aparecer en situaciones de alto contenido de nitrógeno, períodos prolongados de estrés hídrico o cuando se retrasa la cosecha.
- La epidermis de los tubérculos tiene una coloración rosada que se aclara a finales de la primavera en la zona de costa y se vuelve roja en condiciones de sierra. La pulpa es de color crema.
- El rendimiento de la variedad disminuye en la primavera y en la época seca de las zonas respectivas.
- "Única" tiene un alto potencial de rendimiento, alcanzando hasta 50 toneladas por hectárea. En la zona de costa peruana (trópico bajo) durante el invierno y en épocas húmedas de la zona de sierra (trópico alto), se puede alcanzar este potencial de rendimiento.

4.2.2 Descripción de la papa variedad Tomasa Tito Condemayta

Según Egusquiza (1974), la descripción de la variedad de papa es la siguiente:

- Fue liberada en el Perú en 1970 y su mayor difusión e importancia se alcanzó en la década de 1990.
- Adaptación: Adecuada para las zonas de sierra y la costa central y sur, con altitudes de hasta 3800 metros sobre el nivel del mar.
- Plantas: Las plantas son grandes y erectas. Los tallos son de color verde con pigmentaciones moradas. Las hojas son de color verde.
- Flores: Las flores son de color azul celeste, con un centro oscuro y brillante. La variedad presenta una floración abundante pero una escasa fructificación.
- Tubérculo: Los tubérculos son ovalados y aplanados, con ojos superficiales. La piel es blanca amarillenta con pigmentaciones moradas en cejas y ojos. La carne del tubérculo es blanca y cremosa.
- Brotes: Los hermanos presentan un color morado.
- Período vegetativo: Se considera semi tardío, con una duración de 120 a 150 días. La tuberización es tardía y rápida.

- Rendimiento: La variedad puede alcanzar un rendimiento de hasta 40 toneladas por hectárea, con un alto porcentaje de tubérculos grandes.
- Calidad culinaria: La calidad culinaria es buena, con un contenido de materia seca de 25 a 26%.
- Otras características: Es tolerante a heladas ya la enfermedad de la roña. Sin embargo, es susceptible al nemátodo del nudo.
- Densidad de siembra: Se recomienda una distancia de 1 metro entre surcos y de 0,30 a 0,40 metros entre plantas.

4.3 VARIABLES EVALUADAS

Se procedió a la recolección de hojas provenientes del tercer nudo ubicado en la zona noreste del follaje de las plantas de papa seleccionadas en el campo de manera aleatoria. Estas recolecciones se llevaron a cabo en las primeras horas de la mañana, siguiendo un protocolo riguroso para garantizar la precisión de las muestras. Cada muestra fue etiquetada y cuidadosamente conservada en un recipiente diseñado para mantener una temperatura baja, y posteriormente fueron transportadas al laboratorio de fisiología vegetal.

En el laboratorio, se realizó un proceso de evaluación detallado. Primero, se extrajeron los estomas de las muestras recolectadas. Estos estomas fueron luego sometidos a un análisis utilizando un microscopio

trinocular. Se implementó la cámara Excelis HD LITE-AU-300-HD en conjunto con el software Capta Visión, permitiendo la captura de imágenes y mediciones precisas de los estomas de las dos variedades de papa mejoradas que estaban siendo objeto de estudio.

A partir de este proceso, se construyó un banco de imágenes fotográficas y se recopilaron mediciones exhaustivas de las estomas. Estas mediciones fueron posteriormente sometidas a un análisis minucioso y se prepararon los datos necesarios para llevar a cabo los estudios estadísticos pertinentes.

Las variables que se evaluaron en términos de medidas incluyen el número de estomas, la longitud de los estomas, el ancho de los estomas, el área de los estomas y el perímetro de los estomas. Estos proporcionaron un conjunto completo y detallado de información sobre la estructura y características de los estomas en las dos variedades de papa en estudio.

4.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis usando las técnicas descriptivas y para la comparación de medias se utilizó la prueba de T de Studentt al 95 % de confiabilidad.

4.5 CONDUCCIÓN DEL CULTIVO DE LA PAPA

4.5.1 Preparación del terreno

Se llevó a cabo un proceso de nivelación del terreno, seguido de la incorporación de materia orgánica en forma de gallinaza a una tasa de 1000 kg por hectárea en los surcos correspondientes. Luego, se utilizó un tractor equipado con un arado de discos para homogeneizar el suelo y garantizar una distribución uniforme de la materia orgánica. Finalmente, se procedió a la creación de surcos con la asistencia del tractor.

4.5.2 Tendido de cintas y marcado del terreno

Se realizó la marcación del terreno a cultivar, así mismo se utilizó cintas nuevas.

4.5.3 Siembra del tubérculo-semilla

Antes de proceder a la siembra de los tubérculos, se llevó a cabo la aplicación de una fertilización base utilizando un compuesto con la proporción de nutrientes 20-20-20 de NPK. Posteriormente, se realizó la siembra directa, previa evaluación de las semillas, asegurándose de que estuvieran en óptimas condiciones, con un buen brotamiento múltiple. La siembra se realizó a una tasa de un tubérculo por punto, con un espaciado de 40 cm entre plantas, y se cubrió con el suelo circundante.

4.5.4 Aporque

Consiste en depositar el suelo en el cuello de la planta, se realizó a los 60 días después de la siembra, se tiene que cubrir los tallos para dar inicio a la tuberización, se aprovecha realizar labores culturales, posteriormente se realiza una aplicación de fungicida, sea de contacto o sistémico para prevenir daños de tizón tardío.

4.5.5 Riego

Se implementó un sistema de riego por goteo, con una frecuencia de riego programada a intervalos de un día, con una duración de 30 a 40 minutos por sesión. El riego se ajustó de acuerdo a las necesidades fisiológicas de las plantas, y la velocidad de descarga en los emisores de riego se estableció en 4 litros por hora por gotero.

4.5.6 Abonamiento

Se llevó a cabo un abonamiento orgánico con el propósito de fortalecer el desarrollo de las plantas. La primera aplicación de abono de fondo se realizó inicialmente utilizando gallinaza a una tasa de 10 toneladas por hectárea. Este abono se aplicó con el fin de permitir su descomposición y asegurar que los nutrientes contenidos en la gallinaza estén disponibles para las plantas.

Abonamiento inorgánico, se realizó con el abono de fondo de compomaster 20-20-20 de N, P y K. Las demandas de para un buen

rendimiento de papa de N, P y K es de 153, 28 y 240 Kg/ha, se realizó de acuerdo al estado fenológico de la planta se realizó la aplicación vía foliar y sistema.

4.5.7 Control de plagas

Se llevó a cabo un control preventivo y, en algunas ocasiones, de contacto mediante la aplicación de productos plaguicidas cada siete días. Los productos utilizados y sus dosis por mochila de 20 litros fueron los siguientes:

- Biospore (*Bacillus thuringiensis*) con una dosis de 20 gramos a 40 gramos.
- Jake (acetamiprit) con una dosis de 25 mililitros.
- Trigard (Cyromazine) con una dosis de 25 mililitros.
- Farmathe (Benomyl) con una dosis de 20 gramos.

Estas aplicaciones se llevaron a cabo como parte de las medidas de control fitosanitario para proteger las plantas de posibles plagas y enfermedades.

4.5.8 Control de enfermedades

Para el control de la chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani*), se llevaron a cabo aplicaciones dirigidas con desinfección de los tubérculos utilizando un fungicida específico, en este caso, Benomex (benomyl).

Estas aplicaciones se realizaron 30 días antes de la siembra definitiva con el propósito de prevenir la infección por este patógeno.

En el caso del mildiu, rancho o tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se realizaron aplicaciones dirigidas directamente al cultivo 5 días después de la emergencia de los primeros brotes. Para este propósito, se utilizó Fitoraz 76%, que contiene Propineb al 70% y Cymoxanil al 6%, como fungicida. Estas medidas fueron implementadas con el fin de controlar y prevenir la propagación de la enfermedad en las plantas.

4.5.9 Deshierbo

La labor cultural se realizó permanentemente, de forma manual de las siguientes malezas encontradas:

- *Cynodon dactylom*: “Gramma dulce”
- *Cyperus rotundus*: “Coquito”
- *Bromus uniolioide*:” Cebadilla”

4.5.10 Cosecha

La cosecha se realizó a los 120 - 130 días de la siembra aproximadamente, cuando la hoja presentaba hojas marchitas, de dejo de regar por 7 días. Se procedió a cosechar y evaluar el rendimiento de las 25 plantas de cada una de las variedades.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS

Una vez recopilado la información, se procesaron los datos, que se presentan a continuación

5.1.1 Densidad de estomas (unidad)

Tabla 1

Número de estomas en unidades de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio (unidad)	6,28	6
Coefficiente de Variación	48,98%	28,87%
Mínimo	2	3
Máximo	14	11

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 se observó que la variedad Única presentó mayor variabilidad en comparación con la variedad Tomasa Tito Condemayta, a pesar de tener promedios similares en el número de estomas. La variedad Única mostró un coeficiente de variación del 48,98%, en contraste con el 28,87% de Tomasa Tito Condemayta. Además, el rango de valores en

Única fue más amplio, con un mínimo de 2 estomas y un máximo de 14 estomas, mientras que Tomasa Tito Condemayta tuvo un mínimo de 3 estomas y un máximo de 11 estomas.

5.1.1.1 Comparación de Medias

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Única están entre 5,01 y 7,55, con una media de 6,28 y una amplitud de 1,54.

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Tomasa Tito Condemayta están entre 5,29 y 6,71, con una media de 6,0 y una amplitud de 1,43.

El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias entre las dos variedades, suponiendo varianzas iguales, es de -1,14 a 1,69, con una media de 0,28 y una amplitud de 2,84. Esto indica que no hay una diferencia significativa entre las medias de ambas variedades, ya que el intervalo de confianza contiene el valor cero.

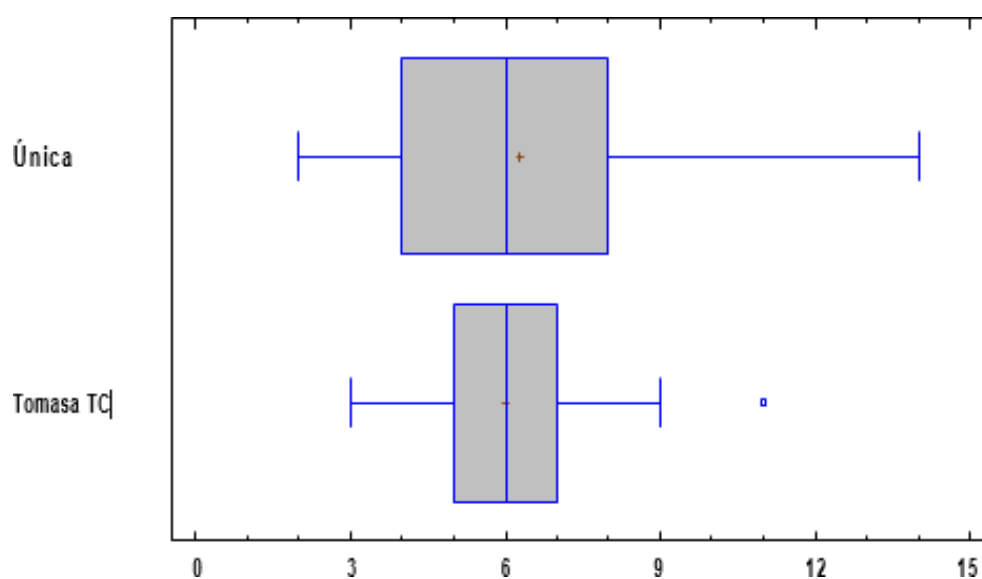
5.1.1.2 Prueba t para comparar medias

- H0: la media de la variedad única es igual al de la variedad Tomasa tito condemayta
- H1: la media de la variedad única es diferente al de la variedad Tomasa tito condemayta.

Suponiendo varianzas iguales: $t = 0,39$ valor-P = 0,69

Se acepta la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Figura 1. Caja y bigotes para el número de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta



Es esencial destacar que la cantidad y disposición de estomas desempeñan un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio de nutrientes, permitiendo así una condición interna constante que compense las fluctuaciones en el entorno. Además, como revela el estudio de Choque et al. (2016), las disparidades en el recuento de estomas se atribuyen a las variaciones en el nivel de ploidía entre las distintas variedades.

5.1.2 Dimensiones estomáticas

5.1.2.1 Largo de estomas (mm)

Tabla 2

Largo de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio (mm)	0,04	0,04
Coefficiente de Variación	12,46%	6,61%
Mínimo	0,03	0,03
Máximo	0,04	0,04

En la Tabla 2 se observó que la variedad Única mostró un coeficiente de variación del 12,46%, mientras que Tomasa Tito Condemayta presentó un coeficiente de variación del 6,61%. Los valores mínimos y máximos fueron iguales para ambas variedades, con un mínimo de 0,03 mm y un máximo de 0,04 mm de largo de estomas.

5.1.2.2 Comparación de Medias

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Única están entre 0,03 y 0,04, con una media de 0,04 y una amplitud de 0,004.

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Tomasa TC están entre 0,03 y 0,04, con una media de 0,04 y una amplitud de 0,002.

El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias entre las dos variedades, suponiendo varianzas iguales, es de -0,004 a 0,0005, con una media de -0,002 y una amplitud de 0,004. Esto indica que la diferencia entre las medias de ambas variedades es estadísticamente significativa, ya que el intervalo de confianza no contiene el valor cero.

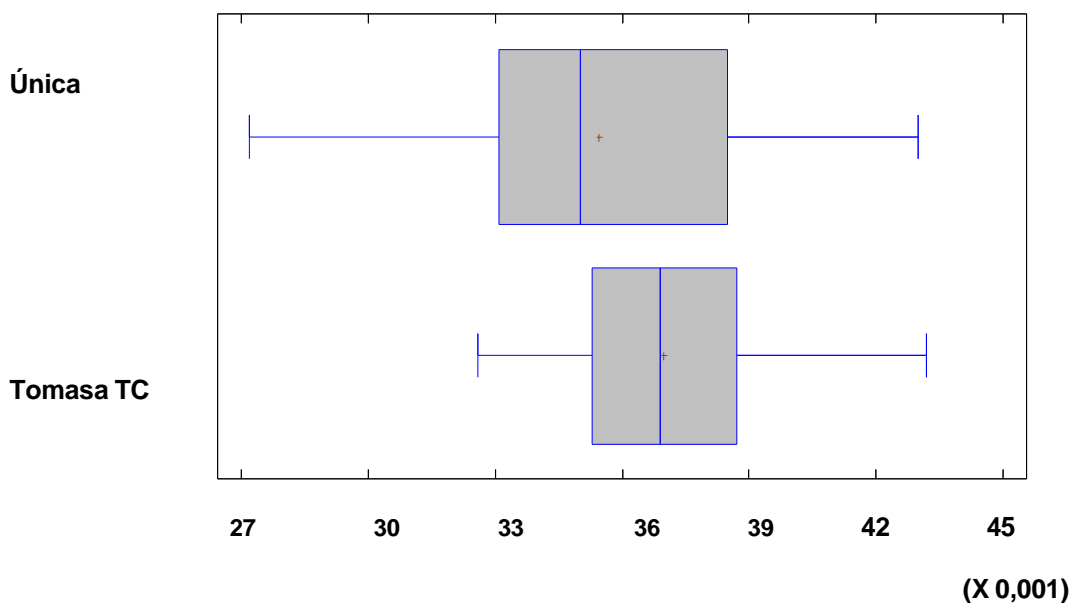
5.1.2.3 Prueba t para comparar medias

- H0: la media de la variedad única es igual al de la variedad Tomasa tito condemayta
- H1: la media de la variedad única es diferente al de la variedad Tomasa tito condemayta.

suponiendo varianzas iguales: $t = -1,51$ valor-P = 0,14

se acepta la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Figura 2. Caja y bigotes para el largo de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta



5.1.2.4 Ancho de estomas (mm)

Tabla 3

Ancho de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio	0,021908	0,02194
Coefficiente de Variación	39,27%	4,87%
Mínimo	0,0151	0,0205
Máximo	0,0619	0,0242

En la Tabla 3 se observó que la variedad Única presentó mayor variabilidad del 39,27%, significativamente mayor que el 4,87% de Tomasa Tito Condemayta. Además, el rango de valores en la variedad Única fue más amplio, con un mínimo de 0,015 mm y un máximo de 0,062 mm, mientras que Tomasa Tito Condemayta tuvo un mínimo de 0,020 mm y un máximo de 0,024 mm.

5.1.2.5 Comparación de Medias

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Única están entre 0,018 y 0,025, con una media de 0,022 y una amplitud de 0,007.

Los intervalos de confianza del 95% para la media de la variedad Tomasa TC están entre 0,021 y 0,022, con una media de 0,022 y una amplitud de 0,0008.

El intervalo de confianza del 95% para la diferencia de medias entre las dos variedades, suponiendo varianzas iguales, es de -0,0035 a 0,0035, con una media de -0,00003 y una amplitud de 0,0069. Esto indica que la diferencia entre las medias de ambas variedades no es estadísticamente significativa, ya que el intervalo de confianza contiene el valor cero.

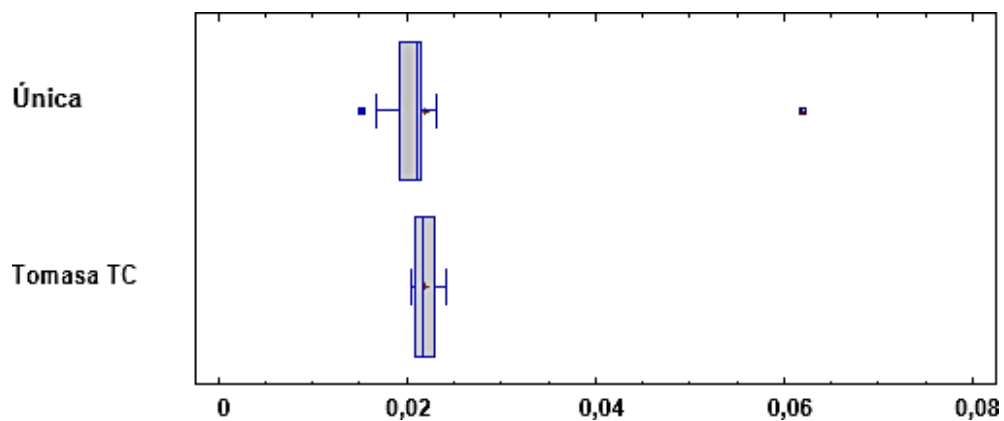
5.1.2.6 Prueba t para comparar medias

- H0: la media de la variedad única es igual al de la variedad Tomasa tito condemayta
- H1: la media de la variedad única es diferente al de la variedad Tomasa tito condemayta.

Suponiendo varianzas iguales: $t = -0,019$ valor-P = 0,985

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Figura 3. Caja y bigotes para el ancho de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta



5.1.3 Área de estomas (mm²)

Tabla 4

Área de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio (mm²)	0,000576	0,0006116
Coefficiente de Variación	17,74%	9,53%
Mínimo	0,00038	0,00053
Máximo	0,00078	0,00072

En la Tabla 4 se observó que la variedad Única mostró un coeficiente de variación del 17,74%, mientras que Tomasa Tito Condemayta presentó un coeficiente de variación del 9,53%. Además, el rango de valores en la variedad Única fue más amplio, con un mínimo de 0,00038 mm² y un máximo de 0,00078 mm², mientras que Tomasa Tito Condemayta tuvo un mínimo de 0,00053 mm² y un máximo de 0,00072 mm².

5.1.3.1 Comparación de Medias

Los intervalos de confianza del 95% nos proporcionan un rango dentro del cual es probable que se encuentre la verdadera media de cada variedad. Para la variedad Única, este rango va desde 0,00053 hasta 0,00062, con una media estimada de 0,00058 y una amplitud de 0,00004.

En cuanto a la variedad Tomasa TC, su rango de confianza es más estrecho, oscilando entre 0,00059 y 0,00064, con una media estimada de 0,00061 y una amplitud de 0,00002.

Cuando comparamos ambas variedades, el intervalo de confianza para la diferencia de medias es de -0,000082906 a 0,000011706, con una media estimada de -0,0000356 y una amplitud de 0,000047306. Esto indica que no hay una diferencia estadísticamente significativa en las medias entre ambas variedades, ya que el intervalo de confianza contiene el valor cero. En otras palabras, no podemos afirmar con un 95% de confianza que una variedad sea superior a la otra en términos de la característica medida.

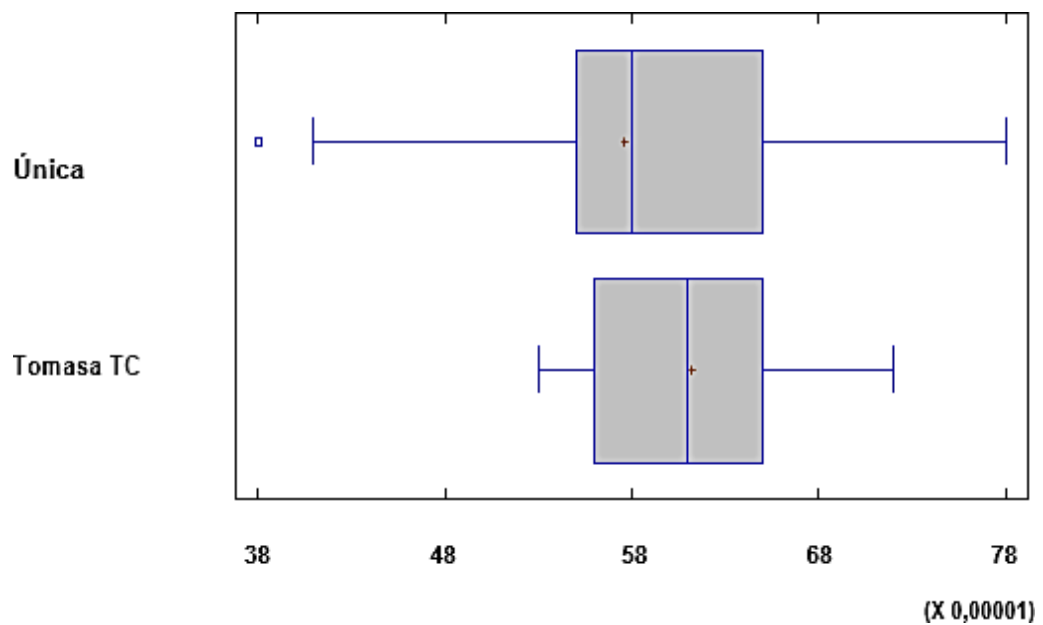
5.1.3.2 Prueba t para comparar medias

- H0: la media de la variedad única es igual al de la variedad Tomasa tito condemayta
- H1: la media de la variedad única es diferente al de la variedad Tomasa tito condemayta

suponiendo varianzas iguales: $t = -1,513$; valor-P = 0,137

Se acepta la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Figura 4. Caja y bigotes para el área de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta



En relación a este tema, según el estudio de Reyes et al. (2015), la cantidad de estomas en las especies vegetales exhibe variabilidad, y la disparidad en la cantidad entre la superficie adaxial y abaxial de las hojas constituye una característica distintiva de cada especie.

5.1.3.3 Perímetro de estomas (mm)

Tabla 5

Perímetro de estomas en milímetros de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio	0,093	0,095
Coefficiente de Variación	10,23%	5,72%
Mínimo	0,0752	0,0797
Máximo	0,1138	0,1052

En la Tabla 5 se observó que la variedad Única mostró un coeficiente de variación del 10,23%, mientras que Tomasa Tito Condemayta presentó un coeficiente de variación del 5,72%. Además, el rango de valores en la variedad Única fue más amplio, con un mínimo de 0,0752 mm y un máximo de 0,1138 mm, mientras que Tomasa Tito Condemayta tuvo un mínimo de 0,0797 mm y un máximo de 0,1052 mm.

5.1.3.4 Comparación de Medias

Los intervalos de confianza del 95% nos proporcionan un rango dentro del cual es probable que se encuentre la verdadera media de cada variedad. Para la variedad Única, este rango va desde 0,089 hasta 0,097, con una media estimada de 0,093 y una amplitud de 0,0078.

En cuanto a la variedad Tomasa TC, su rango de confianza es más estrecho, oscilando entre 0,092 y 0,097, con una media estimada de 0,095 y una amplitud de 0,0045.

Cuando comparamos ambas variedades, el intervalo de confianza para la diferencia de medias es de 0,0062 a 0,0026, con una media estimada de -0,0018 y una amplitud de 0,0044. Esto indica que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambas variedades, ya que el intervalo de confianza no contiene el valor cero. En otras palabras, podemos afirmar con un 95% de confianza que una variedad es superior a la otra en términos de la característica medida.

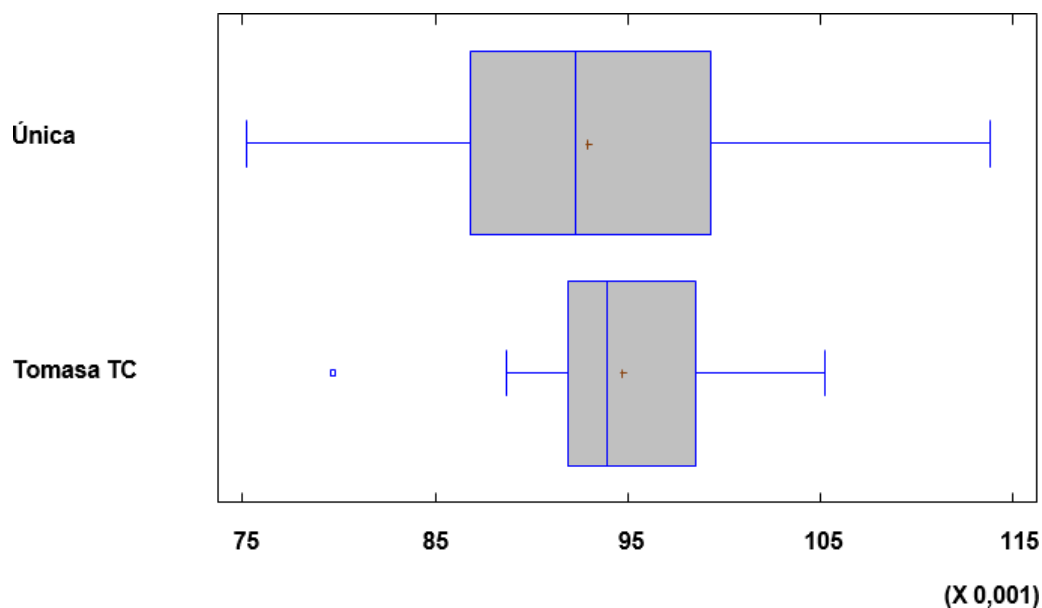
5.1.3.5 Prueba t para comparar medias

- H0: la media de la variedad única es igual al de la variedad Tomasa tito condemayta
- H1: la media de la variedad única es diferente al de la variedad Tomasa tito condemayta.

suponiendo varianzas iguales: $t = -0,804$ valor-P = 0,425

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0,05$.

Figura 5. Caja y bigotes para el perímetro de estomas de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta



5.1.4 Rendimiento (kg/planta)

5.1.4.1 Media y varianza de la variedad Única.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{25} X_i}{n}$$

$$\bar{X}_x = \frac{3,22 + 3,03 + \dots + 4,31 + 3,35}{25} = 3,39$$

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{25} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$S_x^2 = \frac{(3,22 - 3,39)^2 + \dots + (3,35 - 3,39)^2}{24} = 0,39$$

5.1.4.2 Media y varianza de la variedad Tomasa Tito Condemayta

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{25} X_i}{n}$$

$$\bar{X}_x = \frac{4,43 + 3,82 + \dots + 3,17 + 3,28}{25} = 3,62$$

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{25} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$S_x^2 = \frac{(4,43 - 3,62)^2 + \dots + (3,28 - 3,62)^2}{24} = 0,14$$

Tabla 6

Rendimiento por planta de la variedad Única y Tomasa Tito Condemayta

	Variedad	
	Única	Tomasa Tito Condemayta
Promedio	3,39	3,62
Coefficiente de Variación	39%	14%
Mínimo	2,91	3,44
Máximo	4,89	4,05

En la Tabla 6 se observó que la variedad Única mostró un coeficiente de variación del 39%, mientras que Tomasa Tito Condemayta presentó un coeficiente de variación del 14%. Además, el rango de valores en la variedad Única fue más amplio, con un mínimo de 2,91 kg/planta y un

máximo de 4,89 kg/planta, mientras que Tomasa Tito Condemayta tuvo un mínimo de 3,44 kg/planta y un máximo de 4,05 kg/planta.

5.1.4.3 Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_x = \mu_y$$

$$H_A : \mu_x \neq \mu_y$$

Donde:

- H_0 = donde ambas variedades presentan el mismo rendimiento por planta.
- H_A = el rendimiento de la variedad Única es distinta a la variedad Tomasa.

5.1.4.4 Estadístico de la desviación estándar

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_x - 1)S_x^2 + (n_y - 1)S_y^2}{n_x + n_y - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(25 - 1)0,39 + (25 - 1)0,14}{25 + 25 - 2}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{9,25 + 3,27}{48}}$$

$$S_p = \sqrt{\frac{12,52}{48}} = \sqrt{0,26} = 0,52$$

5.1.4.5 Estadístico de prueba

$$t_0 = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$$

$$t_0 = \frac{3,39 - 3,62}{0,52 \sqrt{\frac{1}{25} + \frac{1}{25}}}$$

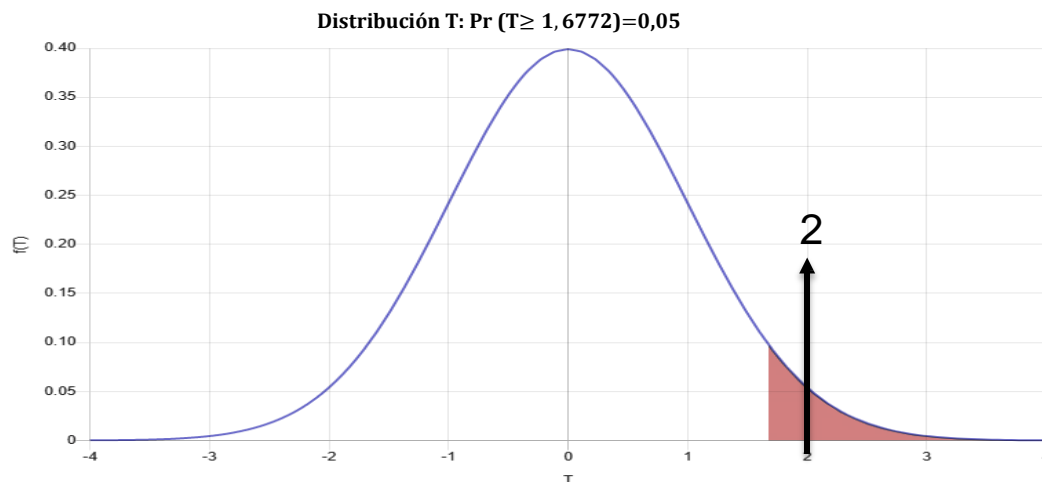
$$t_0 = \frac{0,31}{0,52 \sqrt{0,08}} = \frac{0,31}{0,52 * 0,28}$$

$$t_0 = \frac{0,31}{0,15} = 2,07$$

De la tabla de distribución T de student con 48gl. Se obtiene el valor crítico $t_0 = 1,6772$.

$$|t_0| = 2,07 > 2,064 = t_{\alpha/2}$$

Figura 6. Gráfico de distribución t de student para las variedades única y Tomasa Tito Condemayta.



5.1.4.6 Conclusión de hipótesis

La hipótesis nula, que postula una equiparación en el rendimiento ponderado por planta de las variedades en consideración, es enfáticamente rechazada. En otras palabras, se constata que el valor correspondiente al peso de los tubérculos por planta en la variedad denominada "Única" difiere sustancialmente del correspondiente a la variedad "Tomasa Tito Condemayta". Por fin, en base al promedio de rendimiento expuesto, se deduce de manera irrefutable que la variedad "Única" ostenta una preeminencia en su rendimiento al presentar la cifra de 3,39 kg/planta.

En este contexto, las investigaciones de Choque et al. (2016) subrayan que la densidad, índice y longitud de los poros estomáticos presentan la capacidad de distinguir entre variedades que exhiben atributos estomáticos deseables. Estos hallazgos brindan nuevas perspectivas de investigación, especialmente en el ámbito del mejoramiento genético, donde se consideran características como el tamaño de los estomas para analizar la diversidad genética, la resistencia a enfermedades, la regulación de la evaporación, la tolerancia a la sequía, la productividad y la eficiencia en el uso del agua. Es relevante mencionar que la densidad de estomas en las plantas de papa parece estar relacionada con su resistencia a la sequía, ya que, entre las 12

variedades evaluadas, Robusta, la variedad más resistente, mostró niveles bajos de estomas.

Por otro lado, la investigación de Rodríguez (2016) también destaca que la densidad, índice y longitud de los poros estomáticos desempeñan un papel fundamental en la diferenciación de variedades que poseen características estomáticas deseables. La evaluación de estos atributos abre nuevas líneas de investigación, especialmente en el ámbito del mejoramiento genético, donde se tienen en cuenta aspectos como el tamaño de los estomas para analizar la diversidad genética, la resistencia a enfermedades, la regulación de la evaporación, la tolerancia a la sequía, la productividad y la eficiencia en el uso del agua. En esta línea, Lynch (2013) sostiene que el número de estomas por planta se relaciona con los rendimientos obtenidos, coincidiendo con los resultados observados en la variedad Tomasa comparado con la variedad Única.

CONCLUSIONES

Se evaluaron las características estomáticas de dos variedades de papa mejoradas en invierno en Pocollay - Tacna, con las siguientes conclusiones:

- **Densidad:** "Única" y "Tomasa Tito Condemayta" tienen densidades similares, pero la segunda es más homogénea (coeficiente de variabilidad 28,87% vs. 48,98%).
- **Largo:** Ambas variedades tienen longitudes de estomas comparables, destacando la homogeneidad de "Tomasa Tito Condemayta" (coeficiente de variabilidad 6,61% vs. 12,46%).
- **Ancho:** El ancho de estomas no difiere significativamente entre "Única" y "Tomasa Tito Condemayta", pero la última es más uniforme (coeficiente de variabilidad 4,87% vs. 39,27%).
- **Área:** Similitud en el área de estomas para ambas variedades, con mayor uniformidad en "Tomasa Tito Condemayta" (coeficiente de variabilidad 9,53% vs. 17,74%).
- **Perímetro:** Sin diferencia estadística en el perímetro de estomas, pero "Tomasa Tito Condemayta" muestra mayor homogeneidad (coeficiente de variabilidad 5,72% vs. 10,23%).

En resumen, "Tomasa Tito Condemayta" tiene características estomáticas más uniformes que "Única". En cuanto al rendimiento, "Única" promedió 3,39 kg/planta, superando a "Tomasa Tito Condemayta" con 3,62 kg/planta.

RECOMENDACIONES

Conducir Nuevas Evaluaciones Estomáticas: Se propone llevar a cabo nuevas evaluaciones de las características estomáticas, considerando tanto variedades de papa mejorada como aquellas autóctonas de la región de Tacna.

Investigaciones en Métodos de Evaluación Fenológica: Se sugiere emprender investigaciones que aborden métodos de evaluación estomática en diversos estados fenológicos de la planta de papa.

Implementar Tecnología Avanzada y Laboratorio Especializado: Es recomendable implementar tecnología de mayor resolución, incluyendo software y cámaras especializadas. Además, se propone establecer un laboratorio de fisiología vegetal en la Escuela Profesional de Agronomía, con el objetivo de impulsar investigaciones en esta área.

Ampliar el Enfoque de Investigación: Se insta a continuar las investigaciones ampliando la evaluación de variables dependientes. Se propone evaluar aspectos como el rendimiento y la densidad de siembra en diferentes latitudes dentro de la región de Tacna.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aasaman, K., Sober, A. y Rahi, M. (2000). Característica anatómica de la hoja asociada con la conductancia hidráulica de los brotes, la conductancia estomática y la sensibilidad estomática a los cambios en el estado hídrico de las hojas en árboles caducifolios templados. Agosto J. Plant Physiol., 28, 765-774.

Agrios, N. (2005). Fitopatología. Limusa. México.

Bruggink, GT, Coolen, EAJM y Schouwink, HE (1987). Efectos de diferentes presiones osmóticas diurnas y nocturnas de la solución nutritiva sobre el crecimiento, potenciales hídricos y potenciales osmóticos de plantas jóvenes de tomate en cultivo sin suelo. Cultura sin suelo, 3(2), 9-19.

Cabrera, H. y Escobar, F. (1993). Cultivo de papa en la Región Cajamarca, INIA-TTA. Lima, Perú.

CIP. (1998). Informe técnico anual 1997-1998 del Proyecto PROMESPA "Proyecto para el mejoramiento y semilla de papa". Centro Internacional de la Papa - CIP. Lima, PE.

- Cortbaoui, R. (1993). Siembra de papa. Boletín de Información Técnica 11 CIP. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 105 págs.
- Chávez R. 1986. Cultivo de Tubérculos y raíces en el Perú. Texto Universitario. UNJBG –Tacna –Perú 61 -64-110 pp.
- Chaves M. (1991). Efectos de los déficits hídricos en la asimilación de carbono. Exp. J. Bot. 42:1-16.
- Chávez, R. (1990). Fito mejoramiento. Texto Universitario. UNJBG – Tacna – Perú, 65 p.
- Choque, E., Espinoza, R., Cadima, X., Zeballos, J. y Gabriel, J. (2016). Resistencia a heladas en germoplasma de papa nativa de Bolivia. Revista Latinoamericana de la Papa, 14(1), 24-32.
- Dickison, CW (1999). Anatomía vegetal integradora. Prensa Académica, 730 p.
- Doorenbos, J. y Kassam, A. (1986). Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO Serie Riego y Drenaje N°33. Roma.
- Domínguez, A. (1989). Tubérculos y raíces, Tratado de fertilización (segunda edición). Ediciones Mundiprensa, 601 p.
- Egúsquiza, B. (2000). La papa, producción, transformación y comercialización. Lima, Perú.
- Egúsquiza, R. (1974). Estudio comparativo entre híbridos. Enterrar. Sub.

- específica de papa (*Solanum tuberosum* L.) en sierra y costa. Tesis Ing. Agrónomo. UNA La Molina, Lima, Perú.
- Esaú, K. (1972). Anatomía de las plantas con semillas (2da edición). John Wiley e Hijos, 550 p.
- Esaú, K. (1997). Anatomía de las plantas con semilla. SIIDCA – CSUCA, Buenos Aires, Argentina. SIIDCA – CSUCA.
- Fahn, A. (1990). Anatomía vegetal (4a edición). Prensa de Pérgamo, Oxford, 587 p.
- Faiguenbaum, H. (1987). Producción de cultivos en Chile, papá. Publicatoria Torrelodones, Santiago, Chile. 332p.
- Flores-Vindas, E. (1999). La planta. Estructura y función. Vol 1. Libro Universitario Regional (LUR). Costa Rica.
- Gabbriel, J. y Ancasi, G. (2016). Resistencia genética de híbridos de papa (*Solanum tuberosum* L.) al estrés hídrico por sequía. Revista Latinoamericana de la Papa, 17(1), 1 págs.
- Gutiérrez, R. (2007). Única: 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.
- Glover, BJ (2000). Diferenciación en células epidérmicas vegetales. Revista de botánica experimental, 51(344), 497-505.

- Granada, W. y Benítez, C. (2004). Anatomía foliar de cuatro especies de Solanum L. sección Acanthophora Dunal en Venezuela. Acta Científica Venezolana, 55, 13-26.
- Hartman, H. y Kester, D. (1992). Planta propagada. Principios y prácticas. Editorial Continental. México, 124 p.
- Hernández, J., y León, J. (1992). Cultivos marginados: Producción y protección vegetal. Roma, Italia. Varias p.
- Hernán Hurtado. (2022). Las temporalidades del Antropoceno desde la relación hombre-papá. Universidad Federal de Rio Grande do Sul – Porto Alegre. Hernán Hurtado, 187-197p.
- Hetherington, M. y Woodward, F. (2003). El papel de las estomas en la detección y manejo del cambio ambiental. Naturaleza, 424, 901-908 p.
- Hill, JB, Overholts, LO, Popp, HW y Grove, AR (1964). Tratado de Botánica, La hoja. Ed. OMEGA, SA Primera Edición. Barcelona, España.
- Huamán, Z. (1980). Botánica sistemática y morfología de la papa. Boletín de información técnica 6. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 20 p.

- Jara, J. (1999). Relaciones agua, planta y producción. Avances en Tecnología de Riego y Mecanización, Universidad Católica de Temuco, Chile, 30-34 p.
- Jenks, MA y Ashworth, EN (1999). Ceras epicuticulares vegetales: función, producción y genética. *Reseñas de Horticultura*, 23, 1-68 p.
- Kostman, TA, Tarlyn, NM, Loewus, FA y Franceschi, VR (2001). La biosíntesis del ácido L-ascórbico y la conversión de los carbonos 1 y 2 del ácido L-ascórbico en ácido oxálico se producen dentro del oxalato de calcio individual. idioblastos de cristal. *Fisiología vegetal*, 125(2), 634-640.
- Leegod, R. (1993). Mecanismos de concentración de dióxido de carbono. *Bioquímica Vegetal y Biología Molecular*. John Wiley y Sons, Ltd. Chichester, Reino Unido, págs. 42-72.
- Lindorf, P. (1984). *Botánica General, Sistema de tejidos en hojas adultas*. Ed. IZCO. Primera Edición. Caracas, Venezuela.
- Lindorf, H. (1991). *Anatomía Ecológica de la hoja. Guía de estudio elaborada para el postgrado de Botánica Agrícola*. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 4p.

- Lynch, JP (2013). Empinado, barato y profundo: un ideotipo para optimizar el agua y la adquisición de N por los sistemas radiculares del maíz. *Anales de Botánica*, 112, 347-357 p.
- Manuel Pumisacho, Stephen Sherwood (2002). El cultivo de la papa en el Ecuador. *Instituto de la papa en el Ecuador*, 34, 231p.
- Mauseth, JD (1988). Anatomía vegetal. Compañía editorial Benjamin-Cummings: 600 p.
- Medina, E. (1986). Aspectos fisiológicos de plantas de bosques nublados tropicales: El Bosque Nublado de Rancho Grande En la Selva nublada de Rancho Grande. Parque Nacional Harry Pittier . El ambiente físico, Ecología vegetal y anatomía vegetal. Fondo Ed.
- McCree, KJ (1983). Balance de carbono en función del tamaño de la planta en plantas de sorgo. *Ciencia de cultivos*, 23, 1173-1177 p.
- Midmore, D. (1998). Fisiología de la planta de papa bajo condiciones de clima cálido. *Guía de Investigación 24*. Lima, Perú. CIP, Centro Internacional de la Papa. 15p.
- Reyes, L., Quiroz, V., Kelso, H., Huerta, M., Avendaño, C. y Lobato, R. (2015). Caracterización estomática de cinco especies del género *Vanilla*. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 237-246 p.

- Ruiz, M., Nieto, D. y Larios, I. (1962). Tratado elemental de botánica. Séptima edición. Editorial ECLAL México. 730p.
- Rodríguez. (2016). Caracterización estomática de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apartado 6, Santo Domingo, CP: 53, Villa Clara, Cuba.
- Rodríguez, MR (2000). Morfología y Anatomía Vegetal, Introducción al Estudio de la Histología Vegetal. Ed. Amigos del Libro. Tercera Edición. Cochabamba, Bolivia.
- Sánchez, M. y Aguirreolea, J. (1996). Relaciones hídricas. En BJ Azcón & M. Talón (eds.), Fisiología y bioquímica vegetal. Edigrafos, Madrid, España. 49-90 págs.
- Salas, P. (2005). Departamento de mejoramiento y recursos genéticos del CIP. Lima, Perú. Varias p.
- Salisbury, FB y Ross, CW (1992). Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana, México, DF 759 págs.
- Sánchez, C. (2003). Evaluación de algunos parámetros de calidad industrial en 78 genotipos de la Colección Central Colombiana de Papa *Solanum tuberosum* ssp. andígena. Tesis, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. 123 págs.
- Saradadevi, R., Bramley, H., Siddique, KH, Edwards, E. y Palta, JA (2014). Contrastando la regulación estomática y las concentraciones de ABA en la hoja en genotipos de trigo cuando los sistemas de raíces

- divididas estuvieron expuestos a sequía terminal. Cultivo de Campo Res, 162, 77-86.
- Serna, L., Torres, J. y Fenoll, C. (2002). Análisis clonal del desarrollo y patrones de las estomas en hojas de Arabidopsis. Desarrollo. Biol., 241, 24-33 p.
- Sepúlveda, P., López, H., & Núñez, D. (1999). Efecto de diferentes niveles de humedad en el suelo sobre el desarrollo del carbón de la papa (*Angiosorus solani*) en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum*) bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica, 60(4), 313-319.
- Sierra, C. (1993). Fertilización del cultivo de la papa. En: 5º Jornadas de Extensión Agrícola. Universidad Católica de Temuco. 14 págs.
- Sifuentes, ME (2001). Descripción morfológica de papas nativas cultivadas en San Juan de la Libertad (Huánuco). Tesis Ing. Agrónomo, Univ. Nac. Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Spooner, DM, McLean, K., Ramsay, G., Waugh, R. y Bryan, GJ (2005). Una domesticación única para la papa basada en el genotipado de polimorfismo de longitud de fragmento amplificado multilocus. PNAS, 102(41), 14694-14699.
- Solórzano G., Lacruz C., García A. y Becerra F. (1993). Riego en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto sobre el ataque de

polilla a nivel de tubérculo. FONAIAP Divulga. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado de Mérida. 74 p.

Wallace, DH y Weikai, Y. (1998). Fito mejoramiento y fisiología de cultivos de todo el sistema. Mejora, Adaptación, Maduración y Rendimiento. Edición Internacional de Laboratorio. EE.UU.

Watanabe, L. Baigorria, M. y Olcese, O. (2008). Contribuciones al estudio de la papa en el Perú. 1ra edición. Lima, editorial San Marcos.146p.

Willmer, CM (1983). Estomas. Grupo Longmann limitado. 166 p.

Willmer, CM y Frickett, M. (1996). Estomas. Segunda edición. Londres, Reino Unido. Chapman y Hall. 375 p.

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro de resumen de datos obtenidos de la variedad Única

NRO. DE MUESTRA	NRO. DE ESTOMAS	LARGO	ANCHO	ÁREA	PERÍMETRO	RENDIMIENTO
XXX-01	4	0,0350	0,0215	0,00058	0,0906	3,216
XXX-02	6	0,0304	0,0153	0,00038	0,0808	3,033
XXX-03	4	0,0354	0,0194	0,00060	0,0956	2,947
XXX-04	8	0,0321	0,0184	0,00048	0,0840	3,572
XXX-05	3	0,0296	0,0230	0,00057	0,0868	3,442
XXX-06	14	0,0294	0,0168	0,00041	0,0811	2,910
XXX-07	4	0,0417	0,0619	0,00065	0,0993	4,725
XXX-08	5	0,0424	0,0201	0,00066	0,1054	3,112
XXX-09	6	0,0430	0,0214	0,00078	0,1138	3,424
XXX-10	4	0,0340	0,0222	0,00070	0,1060	3,896
XXX-11	4	0,0417	0,0193	0,00065	0,1040	4,587
XXX-12	6	0,0398	0,0212	0,00068	0,1033	3,638
XXX-13	4	0,0272	0,0151	0,00038	0,0752	4,177
XXX-14	13	0,0333	0,0212	0,00058	0,0896	5,625
XXX-15	12	0,0338	0,0212	0,00058	0,0900	5,274
XXX-16	9	0,0348	0,0215	0,00060	0,0937	4,885
XXX-17	6	0,0331	0,0214	0,00055	0,0884	4,538
XXX-18	4	0,0385	0,0217	0,00063	0,0968	3,933
XXX-19	6	0,0356	0,0221	0,00055	0,0899	4,724
XXX-20	6	0,0413	0,0233	0,00073	0,1049	4,306
XXX-21	4	0,0307	0,0192	0,00048	0,0822	4,074
XXX-22	7	0,0335	0,0179	0,00047	0,0840	4,292
XXX-23	8	0,0366	0,0209	0,00056	0,0935	4,291
XXX-24	8	0,0366	0,0209	0,00055	0,0923	4,314
XXX-25	2	0,0369	0,0208	0,00060	0,0925	3,345

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Cuadro de resumen de datos obtenidos de la variedad Tomasa

Tito Condemayta

NRO. DE MUESTRA	NRO. DE ESTOMAS	LARGO	ANCHO	ÁREA	PERÍMETRO	RENDIMIENTO
XXX-01	11	0,0335	0,0210	0,00056	0,0895	4,429
XXX-02	7	0,0369	0,0209	0,00056	0,0919	3,820
XXX-03	5	0,0389	0,0236	0,00066	0,0991	3,724
XXX-04	5	0,0358	0,0228	0,00058	0,0947	3,672
XXX-05	6	0,0392	0,0208	0,00063	0,0965	3,603
XXX-06	4	0,0326	0,0242	0,00055	0,0933	3,441
XXX-07	6	0,0353	0,0205	0,00053	0,0887	3,456
XXX-08	7	0,0373	0,0229	0,00067	0,1000	3,923
XXX-09	5	0,0350	0,0217	0,00058	0,0921	3,804
XXX-10	7	0,0358	0,0229	0,00059	0,0797	3,898
XXX-11	5	0,0410	0,0209	0,00070	0,1014	3,606
XXX-12	5	0,0432	0,0223	0,00072	0,1052	3,646
XXX-13	5	0,0397	0,0234	0,00070	0,1011	3,605
XXX-14	3	0,0389	0,0209	0,00063	0,0985	2,624
XXX-15	7	0,0351	0,0210	0,00053	0,0895	4,050
XXX-16	8	0,0357	0,0214	0,00061	0,0931	4,047
XXX-17	8	0,0385	0,0229	0,00065	0,0981	4,009
XXX-18	6	0,0359	0,0220	0,00063	0,0950	3,949
XXX-19	6	0,0369	0,0213	0,00057	0,0938	3,356
XXX-20	6	0,0343	0,0208	0,00053	0,0894	3,363
XXX-21	5	0,0377	0,0227	0,00070	0,1011	3,460
XXX-22	5	0,0373	0,0217	0,00062	0,0939	3,491
XXX-23	5	0,0373	0,0222	0,00060	0,0937	3,185
XXX-24	9	0,0387	0,0230	0,00064	0,0978	3,171
XXX-25	4	0,0341	0,0207	0,00055	0,0906	3,284

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Cuadro de datos de medición con cámara Excelis D-LITE-AU-300-HD y Software Capta Visión de la variedad Única.

VARIEDAD ÚNICA

ESC.	N. MUEST.	N. EST.	ESTOMA A	A LARGO	A ANCHO	B AREA	B PERIM.	C LARGO	C ANCHO	D ALT.	D ANCH.	D AREA	D PERIM.
	XXX-01	4	E-1	0.0258	0.0221	0.0005	0.0786	0.0214	0.006	0.186	0.2897	0.0538	0.951
0.019			E-2	0.0336	0.0185	0.0005	0.0868	0.0218	0.0051				
			E-3	0.0407	0.0194	0.0006	0.0978	0.0222	0.0057				
			E-4	0.0399	0.0261	0.0007	0.0991	0.0288	0.0086				
	XXX-02	6	E-1	0.034	0.0157	0.0004	0.0791	0.0188	0.0053	0.031	0.788	0.0569	0.9678
0.019			E-2	0.0248	0.0153	0.0004	0.0821	0.0165	0.0027				
			E-3	0.0284	0.0118	0.0007	0.1056	0.0275	0.0045				
			E-4	0.0387	0.0203	0.0003	0.0778	0.0163	0.0018				
			E-5	0.0293	0.0148	0.0003	0.0799	0.0207	0.0036				
			E-6	0.027	0.014	0.0002	0.0602	0.0123	0.0015				
	XXX-03	4	E-1	0.0289	0.0172	0.0005	0.0879	0.0157	0.0052	0.182	0.2189	0.0398	0.8018
0.019			E-2	0.0354	0.0198	0.0005	0.0882	0.0224	0.0058				
			E-3	0.0413	0.0199	0.0007	0.1046	0.0261	0.0044				
			E-4	0.0358	0.0207	0.0007	0.1016	0.0222	0.0062				
	XXX-04	8	E-1	0.0313	0.0207	0.0005	0.0887	0.0254	0.0077	0.201	0.2829	0.0569	0.9678
0.019			E-2	0.0369	0.0187	0.0006	0.0935	0.0266	0.007				
			E-3	0.0285	0.0144	0.0003	0.0684	0.0158	0.0045				
			E-4	0.0235	0.0172	0.0003	0.0659	0.0163	0.0018				
			E-5	0.0331	0.0167	0.0005	0.0853	0.0207	0.0036				
			E-6	0.035	0.0225	0.0005	0.0919	0.0251	0.0037				
			E-7	0.033	0.0209	0.0006	0.0921	0.0208	0.0031				
			E-8	0.0358	0.0164	0.0005	0.0864	0.0237	0.0043				
	XXX-05	3	E-1	0.0313	0.0237	0.0006	0.0933	0.0196	0.0046	0.077	0.1088	0.0084	0.3717
0.019			E-2	0.0294	0.022	0.0005	0.0821	0.0161	0.0057				
			E-3	0.0282	0.0232	0.0006	0.085	0.023	0.0052				
	XXX-06	14	E-1	0.0276	0.0109	0.0002	0.0593	0.0123	0.0016	0.192	0.3552	0.0683	1.0949
0.019			E-2	0.0294	0.0125	0.0002	0.0688	0.0125	0.0019				
			E-3	0.0371	0.0204	0.0005	0.0912	0.0294	0.0038				
			E-4	0.0297	0.0142	0.0004	0.0883	0.021	0.0041				
			E-5	0.039	0.0234	0.0007	0.1034	0.0315	0.0086				
			E-6	0.0225	0.0108	0.0006	0.0976	0.0313	0.0062				
			E-7	0.0308	0.0224	0.0005	0.0857	0.0287	0.0048				
			E-8	0.0275	0.0142	0.0003	0.0741	0.0249	0.0082				
			E-9	0.0305	0.014	0.0004	0.0836	0.0215	0.0035				
			E-10	0.0345	0.0248	0.0006	0.0894	0.0218	0.0078				
			E-11	0.0353	0.0255	0.0006	0.0927	0.0254	0.0068				
			E-12	0.0198	0.012	0.0003	0.0757	0.0163	0.0018				
			E-13	0.0184	0.0132	0.0001	0.047	0.0189	0.0052				
			E-14	0.0301	0.0164	0.0004	0.0789	0.0188	0.0053				

Continuación de Anexo 03.

	XXX-07	4	E-1	0.04	0.178	5E-04	0.091	0.029	0.004	0.1766	0.294	0.052	0.942
0.02			E-2	0.041	0.025	7E-04	0.099	0.028	0.01				
			E-3	0.043	0.025	9E-04	0.111	0.029	0.006				
			E-4	0.043	0.019	5E-04	0.095	0.031	0.004				
	XXX-08	5	E-1	0.042	0.022	7E-04	0.107	0.028	0.007	0.0199	0.297	0.059	0.992
0.02			E-2	0.041	0.018	7E-04	0.105	0.025	0.004				
			E-3	0.042	0.021	6E-04	0.101	0.031	0.007				
			E-4	0.045	0.02	7E-04	0.112	0.033	0.005				
			E-5	0.043	0.019	6E-04	0.102	0.031	0.007				
	XXX-09	6	E-1	0.045	0.021	8E-04	0.133	0.029	0.008	0.1458	0.313	0.046	0.918
0.02			E-2	0.047	0.022	7E-04	0.108	0.025	0.005				
			E-3	0.045	0.02	8E-04	0.113	0.033	0.006				
			E-4	0.039	0.022	7E-04	0.11	0.025	0.007				
			E-5	0.043	0.02	0.001	0.119	0.029	0.008				
			E-6	0.038	0.023	7E-04	0.1	0.026	0.006				
	XXX-10	4	E-1	0.045	0.026	9E-04	0.117	0.027	0.009	0.1458	0.313	0.046	0.918
0.02			E-2	0.043	0.021	7E-04	0.106	0.032	0.009				
			E-3	0.01	0.021	6E-04	0.099	0.031	0.006				
			E-4	0.038	0.021	6E-04	0.102	0.017	0.006				
	XXX-11	4	E-1	0.042	0.021	7E-04	0.102	0.031	0.006	0.1942	0.28	0.054	0.948
0.02			E-2	0.043	0.018	6E-04	0.102	0.031	0.007				
			E-3	0.042	0.019	6E-04	0.104	0.033	0.005				
			E-4	0.041	0.019	7E-04	0.108	0.025	0.005				
	XXX-12	6	E-1	0.044	0.023	8E-04	0.112	0.031	0.01	0.1806	0.331	0.06	1.023
0.02			E-2	0.037	0.017	6E-04	0.099	0.021	0.006				
			E-3	0.041	0.026	8E-04	0.11	0.03	0.009				
			E-4	0.041	0.024	7E-04	0.106	0.026	0.006				
			E-5	0.038	0.018	6E-04	0.093	0.024	0.005				
			E-6	0.038	0.018	6E-04	0.1	0.019	0.005				
	XXX-13	4	E-1	0.027	0.016	4E-04	0.074	0.021	0.006	0.1412	0.28	0.04	0.843
0.02			E-2	0.025	0.013	3E-04	0.07	0.022	0.007				
			E-3	0.029	0.016	4E-04	0.082	0.023	0.007				
			E-4	0.028	0.016	4E-04	0.075	0.022	0.007				
	XXX-14	13	E-1	0.03	0.022	5E-04	0.087	0.02	0.005	0.2025	0.343	0.07	1.091
0.02			E-2	0.025	0.02	5E-04	0.079	0.021	0.005				
			E-3	0.031	0.027	6E-04	0.089	0.022	0.005				
			E-4	0.034	0.025	7E-04	0.097	0.022	0.006				
			E-5	0.042	0.023	8E-04	0.105	0.026	0.005				
			E-6	0.033	0.024	6E-04	0.088	0.017	0.006				
			E-7	0.029	0.019	5E-04	0.084	0.016	0.007				
			E-8	0.043	0.022	9E-04	0.115	0.029	0.008				
			E-9	0.032	0.017	5E-04	0.084	0.021	0.006				
			E-10	0.031	0.022	5E-04	0.08	0.022	0.007				
			E-11	0.036	0.017	5E-04	0.086	0.023	0.007				
			E-12	0.033	0.018	4E-04	0.082	0.022	0.007				
			E-13	0.033	0.021	6E-04	0.091	0.021	0.006				

Continuación de Anexo 03.

	XXX-15	12	E-1	0.026	0.022	5E-04	0.079	0.021	0.006	0.186	0.29	0.054	0.951
0.02			E-2	0.034	0.019	5E-04	0.087	0.022	0.005				
			E-3	0.031	0.021	5E-04	0.082	0.019	0.005				
			E-4	0.037	0.023	7E-04	0.101	0.024	0.007				
			E-5	0.036	0.02	6E-04	0.093	0.023	0.005				
			E-6	0.036	0.027	8E-04	0.104	0.023	0.007				
			E-7	0.038	0.025	7E-04	0.098	0.024	0.006				
			E-8	0.035	0.019	4E-04	0.082	0.021	0.007				
			E-9	0.035	0.019	5E-04	0.082	0.02	0.006				
			E-10	0.033	0.022	6E-04	0.093	0.021	0.006				
			E-11	0.032	0.022	7E-04	0.096	0.022	0.006				
			E-12	0.033	0.017	5E-04	0.084	0.022	0.005				
	XXX-16	9	E-1	0.037	0.022	7E-04	0.097	0.025	0.007	0.193	0.341	0.066	1.068
0.02			E-2	0.035	0.018	5E-04	0.088	0.023	0.007				
			E-3	0.034	0.021	5E-04	0.08	0.021	0.006				
			E-4	0.037	0.02	7E-04	0.098	0.028	0.005				
			E-5	0.038	0.023	5E-04	0.088	0.019	0.007				
			E-6	0.034	0.027	7E-04	0.104	0.028	0.007				
			E-7	0.036	0.022	7E-04	0.107	0.024	0.009				
			E-8	0.031	0.021	5E-04	0.087	0.022	0.004				
			E-9	0.031	0.02	6E-04	0.094	0.029	0.007				
	XXX-17	6	E-1	0.035	0.021	6E-04	0.096	0.023	0.007	0.181	0.313	0.057	0.988
0.02			E-2	0.04	0.024	8E-04	0.105	0.028	0.008				
			E-3	0.026	0.021	4E-04	0.076	0.024	0.004				
			E-4	0.032	0.024	6E-04	0.094	0.026	0.008				
			E-5	0.029	0.017	4E-04	0.074	0.026	0.005				
			E-6	0.035	0.022	5E-04	0.084	0.026	0.006				
	XXX-18	4	E-1	0.04	0.024	6E-04	0.095	0.023	0.006	0.169	0.287	0.048	0.911
0.02			E-2	0.037	0.023	7E-04	0.096	0.022	0.007				
			E-3	0.039	0.019	6E-04	0.101	0.029	0.006				
			E-4	0.038	0.021	6E-04	0.094	0.024	0.007				
	XXX-19	6	E-1	0.035	0.021	6E-04	0.089	0.025	0.006	0.19	0.346	0.066	1.072
0.02			E-2	0.039	0.021	5E-04	0.092	0.022	0.007				
			E-3	0.038	0.02	6E-04	0.094	0.027	0.006				
			E-4	0.036	0.022	5E-04	0.089	0.026	0.006				
			E-5	0.037	0.027	6E-04	0.095	0.027	0.006				
			E-6	0.029	0.022	5E-04	0.081	0.022	0.006				
	XXX-20	6	E-1	0.043	0.022	7E-04	0.105	0.028	0.007	0.17	0.335	0.057	1.01
0.02			E-2	0.042	0.022	8E-04	0.107	0.028	0.008				
			E-3	0.04	0.022	6E-04	0.101	0.029	0.009				
			E-4	0.038	0.022	7E-04	0.103	0.03	0.006				
			E-5	0.038	0.023	7E-04	0.098	0.025	0.007				
			E-6	0.047	0.029	9E-04	0.115	0.031	0.01				
	XXX-21	4	E-1	0.026	0.021	4E-04	0.076	0.026	0.005	0.196	0.301	0.059	0.994
0.02			E-2	0.032	0.021	6E-04	0.094	0.031	0.006				
			E-3	0.029	0.018	4E-04	0.074	0.024	0.004				
			E-4	0.035	0.017	5E-04	0.084	0.02	0.005				

Continuación de Anexo 03.

	XXX-22	7	E-1	0.029	0.02	4E-04	0.072	0.022	0.006	0.197	0.2905	0.057	0.975
0.02			E-2	0.038	0.019	6E-04	0.095	0.023	0.006				
			E-3	0.032	0.017	4E-04	0.083	0.026	0.006				
			E-4	0.036	0.02	6E-04	0.09	0.026	0.004				
			E-5	0.03	0.016	4E-04	0.08	0.025	0.007				
			E-6	0.031	0.016	4E-04	0.077	0.024	0.004				
			E-7	0.037	0.018	5E-04	0.092	0.026	0.006				
	XXX-23	8	E-1	0.034	0.021	5E-04	0.088	0.024	0.006	0.191	0.3206	0.061	1.023
0.02			E-2	0.039	0.02	5E-04	0.093	0.024	0.005				
			E-3	0.037	0.02	6E-04	0.097	0.022	0.006				
			E-4	0.037	0.021	5E-04	0.095	0.023	0.004				
			E-5	0.036	0.021	6E-04	0.097	0.027	0.004				
			E-6	0.035	0.024	7E-04	0.099	0.024	0.006				
			E-7	0.036	0.019	5E-04	0.09	0.027	0.004				
			E-8	0.039	0.021	6E-04	0.09	0.028	0.006				
	XXX-24	8	E-1	0.034	0.022	5E-04	0.09	0.018	0.007	0.181	0.0352	0.064	1.065
0.02			E-2	0.037	0.022	6E-04	0.097	0.016	0.008				
			E-3	0.036	0.018	5E-04	0.088	0.023	0.004				
			E-4	0.035	0.02	6E-04	0.089	0.026	0.008				
			E-5	0.041	0.021	5E-04	0.094	0.03	0.006				
			E-6	0.037	0.022	6E-04	0.093	0.027	0.006				
			E-7	0.035	0.02	5E-04	0.09	0.007	0.027				
			E-8	0.036	0.02	6E-04	0.097	0.025	0.007				
	XXX-25	2	E-1	0.036	0.021	6E-04	0.092	0.024	0.006	0.074	0.1347	0.01	0.418
0.02			E-2	0.038	0.021	6E-04	0.093	0.024	0.005				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Cuadro de datos de medición con cámara Excelis D-LITE-AU-300-HD y Software Capta Visión de la variedad Tomasa Tito C.

VARIEDAD TOMASA TITO CONDEMARYTA													
ESC.	N. MUEST.	N. EST. M.	EST. OM. A.	A	A	B	B	C	C	D	D	D	D
				LA RGO	ANCHO	A REA	ERIMETRO	LA RGO	ANCHO	ALTURA	ANCHO	A REA	PERIM.
	XXX-01	11	E-1	0.034	0.019	7E-04	0.1	0.021	0.007	0.191	0.338	0.064	1.057
0.02			E-2	0.03	0.02	5E-04	0.081	0.022	0.006				
			E-3	0.035	0.022	5E-04	0.087	0.021	0.004				
			E-4	0.034	0.019	5E-04	0.088	0.025	0.005				
			E-5	0.039	0.02	7E-04	0.099	0.03	0.003				
			E-6	0.032	0.021	5E-04	0.086	0.018	0.007				
			E-7	0.029	0.025	6E-04	0.09	0.016	0.008				
			E-8	0.034	0.02	4E-04	0.078	0.023	0.004				
			E-9	0.029	0.019	4E-04	0.078	0.018	0.007				
			E-10	0.036	0.023	7E-04	0.099	0.026	0.006				
			E-11	0.038	0.022	7E-04	0.099	0.03	0.006				
	XXX-02	7	E-1	0.039	0.02	6E-04	0.095	0.023	0.004	0.204	0.317	0.065	1.043
0.02			E-2	0.037	0.02	4E-04	0.074	0.014	0.003				
			E-3	0.037	0.021	5E-04	0.087	0.024	0.005				
			E-4	0.036	0.021	6E-04	0.094	0.024	0.006				
			E-5	0.035	0.024	6E-04	0.093	0.025	0.008				
			E-6	0.036	0.019	6E-04	0.098	0.029	0.007				
			E-7	0.039	0.021	6E-04	0.103	0.026	0.005				
	XXX-03	5	E-1	0.039	0.028	8E-04	0.106	0.025	0.006	0.024	0.265	0.054	0.937
0.02			E-2	0.041	0.02	6E-04	0.101	0.025	0.007				
			E-3	0.036	0.023	6E-04	0.094	0.007	0.027				
			E-4	0.033	0.022	5E-04	0.086	0.025	0.007				
			E-5	0.046	0.025	8E-04	0.11	0.032	0.009				
	XXX-04	5	E-1	0.037	0.023	6E-04	0.095	0.023	0.005	0.16	0.201	0.032	0.72
0.02			E-2	0.037	0.023	6E-04	0.9	0.023	0.007				
			E-3	0.036	0.027	7E-04	0.1	0.027	0.008				
			E-4	0.038	0.02	5E-04	0.092	0.021	0.006				
			E-5	0.031	0.021	5E-04	0.082	0.015	0.005				
	XXX-05	6	E-1	0.044	0.021	7E-04	0.105	0.031	0.006	0.186	0.288	0.054	0.947
0.02			E-2	0.041	0.018	6E-04	0.096	0.026	0.008				
			E-3	0.035	0.021	6E-04	0.09	0.024	0.005				
			E-4	0.038	0.022	7E-04	0.098	0.023	0.005				
			E-5	0.036	0.022	6E-04	0.091	0.024	0.008				
			E-6	0.041	0.022	6E-04	0.099	0.01	0.03				
	XXX-06	4	E-1	0.039	0.022	6E-04	0.097	0.028	0.007	0.167	0.26	0.043	0.854
0.02			E-2	0.036	0.02	5E-04	0.093	0.026	0.009				
			E-3	0.034	0.021	5E-04	0.088	0.024	0.005				
			E-4	0.021	0.034	6E-04	0.096	0.025	0.008				
	XXX-07	6	E-1	0.032	0.017	4E-04	0.081	0.021	0.004	0.163	0.278	0.045	0.882
0.02			E-2	0.036	0.022	6E-04	0.09	0.028	0.008				
			E-3	0.038	0.023	6E-04	0.094	0.025	0.007				
			E-4	0.039	0.02	6E-04	0.096	0.028	0.006				
			E-5	0.033	0.019	5E-04	0.084	0.022	0.004				
			E-6	0.035	0.022	5E-04	0.087	0.025	0.006				

Continuación de Anexo 04.

	XXX-08	7	E-1	0.037	0.02	7E-04	0.103	0.027	0.009	0.195	0.33	0.064	1.049
0.02			E-2	0.04	0.018	6E-04	0.1	0.032	0.006				
			E-3	0.036	0.019	6E-04	0.095	0.027	0.008				
			E-4	0.035	0.025	7E-04	0.099	0.03	0.007				
			E-5	0.037	0.022	6E-04	0.094	0.025	0.008				
			E-6	0.044	0.027	8E-04	0.114	0.017	0.008				
			E-7	0.033	0.029	7E-04	0.095	0.019	0.007				
	XXX-09	5	E-1	0.034	0.025	6E-04	0.094	0.018	0.005	0.186	0.277	0.052	0.927
0.02			E-2	0.035	0.02	5E-04	0.088	0.025	0.006				
			E-3	0.037	0.021	6E-04	0.096	0.025	0.008				
			E-4	0.03	0.021	5E-04	0.084	0.023	0.007				
			E-5	0.04	0.022	7E-04	0.1	0.022	0.005				
	XXX-10	7	E-1	0.035	0.029	6E-04	0.091	0.022	0.005	0.178	0.339	0.06	1.033
0.02			E-2	0.032	0.027	6E-04	0.089	0.023	0.005				
			E-3	0.036	0.021	5E-04	6E-04	0.028	0.003				
			E-4	0.039	0.019	6E-04	0.097	0.03	0.005				
			E-5	0.037	0.02	5E-04	0.089	0.028	0.004				
			E-6	0.034	0.024	6E-04	0.092	0.022	0.006				
			E-7	0.038	0.021	7E-04	0.099	0.025	0.007				
	XXX-11	5	E-1	0.043	0.021	7E-04	0.103	0.03	0.005	0.195	0.282	0.055	0.953
0.02			E-2	0.041	0.021	7E-04	0.1	0.024	0.005				
			E-3	0.039	0.024	7E-04	0.102	0.027	0.006				
			E-4	0.038	0.021	7E-04	0.099	0.026	0.006				
			E-5	0.044	0.018	7E-04	0.102	0.026	0.004				
	XXX-12	5	E-1	0.042	0.022	7E-04	0.106	0.028	0.007	0.187	0.276	0.051	0.924
0.02			E-2	0.046	0.022	7E-04	0.105	0.027	0.007				
			E-3	0.043	0.022	8E-04	0.106	0.028	0.005				
			E-4	0.042	0.023	7E-04	0.104	0.028	0.005				
			E-5	0.044	0.023	7E-04	0.106	0.024	0.005				
	XXX-13	5	E-1	0.036	0.024	6E-04	0.094	0.024	0.005	0.186	0.305	0.057	0.098
0.02			E-2	0.038	0.025	7E-04	0.097	0.021	0.005				
			E-3	0.044	0.018	7E-04	0.104	0.028	0.004				
			E-4	0.043	0.028	9E-04	0.114	0.018	0.005				
			E-5	0.038	0.022	6E-04	0.097	0.026	0.006				
	XXX-14	3	E-1	0.04	0.018	6E-04	0.097	0.028	0.005	0.15	0.278	0.042	0.856
0.02			E-2	0.04	0.022	7E-04	0.106	0.029	0.009				
			E-3	0.037	0.024	6E-04	0.093	0.024	0.007				

Continuación de Anexo 04.

	XXX-15	7	E-1	0.034	0.021	5E-04	0.088	0.023	0.006	0.18	0.317	0.057	0.994
0.02			E-2	0.039	0.019	5E-04	0.093	0.027	0.007				
			E-3	0.03	0.023	5E-04	0.081	0.02	0.005				
			E-4	0.037	0.019	5E-04	0.092	0.027	0.006				
			E-5	0.034	0.022	5E-04	0.089	0.025	0.006				
			E-6	0.034	0.023	6E-04	0.089	0.021	0.006				
			E-7	0.039	0.02	6E-04	0.095	0.027	0.008				
	XXX-16	8	E-1	0.028	0.019	4E-04	0.077	0.016	0.006	0.199	0.249	0.049	0.895
0.02			E-2	0.034	0.021	6E-04	0.091	0.022	0.005				
			E-3	0.04	0.021	6E-04	0.096	0.026	0.008				
			E-4	0.028	0.016	4E-04	0.076	0.016	0.004				
			E-5	0.039	0.024	8E-04	0.106	0.024	0.006				
			E-6	0.039	0.023	7E-04	0.1	0.022	0.008				
			E-7	0.039	0.022	6E-04	0.096	0.028	0.008				
			E-8	0.04	0.027	8E-04	0.103	0.026	0.008				
	XXX-17	8	E-1	0.038	0.025	6E-04	0.094	0.023	0.007	0.203	0.306	0.062	1.018
0.02			E-2	0.039	0.018	6E-04	0.093	0.022	0.005				
			E-3	0.042	0.023	7E-04	0.106	0.025	0.007				
			E-4	0.045	0.022	7E-04	0.106	0.03	0.007				
			E-5	0.031	0.023	6E-04	0.089	0.02	0.005				
			E-6	0.041	0.023	7E-04	0.104	0.024	0.006				
			E-7	0.03	0.026	6E-04	0.091	0.016	0.004				
			E-8	0.042	0.025	7E-04	0.102	0.027	0.007				
	XXX-18	6	E-1	0.039	0.024	7E-04	0.098	0.025	0.006	0.164	0.292	0.048	0.911
0.02			E-2	0.041	0.023	7E-04	0.1	0.027	0.007				
			E-3	0.034	0.022	7E-04	0.096	0.025	0.006				
			E-4	0.033	0.019	5E-04	0.089	0.02	0.007				
			E-5	0.035	0.025	6E-04	0.093	0.023	0.007				
			E-6	0.034	0.019	6E-04	0.093	0.021	0.005				
	XXX-19	6	E-1	0.036	0.025	7E-04	0.099	0.024	0.008	0.172	0.281	0.048	0.906
0.02			E-2	0.036	0.02	5E-04	0.091	0.025	0.006				
			E-3	0.039	0.021	6E-04	0.092	0.024	0.007				
			E-4	0.037	0.023	6E-04	0.098	0.024	0.009				
			E-5	0.039	0.017	5E-04	0.093	0.022	0.006				
			E-6	0.035	0.022	5E-04	0.089	0.019	0.004				
	XXX-20	6	E-1	0.034	0.02	5E-04	0.09	0.016	0.003	0.155	0.283	0.044	0.876
0.02			E-2	0.038	0.023	6E-04	0.097	0.025	0.008				
			E-3	0.031	0.022	4E-04	0.078	0.019	0.005				
			E-4	0.037	0.019	5E-04	0.09	0.026	0.007				
			E-5	0.032	0.022	6E-04	0.089	0.02	0.006				
			E-6	0.034	0.019	6E-04	0.092	0.022	0.006				
	XXX-21	5	E-1	0.037	0.024	6E-04	0.094	0.025	0.007	0.156	0.289	0.045	0.89
0.02			E-2	0.044	0.024	7E-04	0.097	0.028	0.008				
			E-3	0.031	0.02	7E-04	0.104	0.02	0.005				
			E-4	0.04	0.026	9E-04	0.114	0.031	0.01				
			E-5	0.036	0.019	6E-04	0.097	0.024	0.007				

Continuación de Anexo 04.

	XXX-22	5	E-1	0.036	0.022	6E-04	0.094	0.023	0.006	0.139	0.299	0.042	0.876
0.02			E-2	0.039	0.023	7E-04	0.099	0.025	0.004				
			E-3	0.04	0.019	6E-04	0.095	0.025	0.007				
			E-4	0.035	0.021	6E-04	0.092	0.026	0.006				
			E-5	0.037	0.024	6E-04	0.09	0.025	0.008				
	XXX-23	5	E-1	0.04	0.019	6E-04	0.097	0.025	0.007	0.189	0.258	0.049	0.893
0.02			E-2	0.039	0.023	7E-04	0.102	0.026	0.007				
			E-3	0.033	0.022	5E-04	0.087	0.02	0.007				
			E-4	0.034	0.02	5E-04	0.086	0.027	0.008				
			E-5	0.04	0.026	7E-04	0.098	0.026	0.007				
	XXX-24	9	E-1	0.04	0.023	6E-04	0.096	0.027	0.006	0.184	0.345	0.063	1.056
0.02			E-2	0.039	0.021	6E-04	0.098	0.026	0.007				
			E-3	0.039	0.023	6E-04	0.099	0.028	0.006				
			E-4	0.038	0.025	7E-04	0.098	0.03	0.006				
			E-5	0.038	0.021	6E-04	0.097	0.022	0.007				
			E-6	0.041	0.019	6E-04	0.098	0.022	0.006				
			E-7	0.04	0.026	7E-04	0.099	0.029	0.009				
			E-8	0.041	0.025	8E-04	0.106	0.027	0.007				
			E-9	0.032	0.024	6E-04	0.091	0.027	0.009				
	XXX-25	4	E-1	0.031	0.018	4E-04	0.08	0.02	0.008	0.131	0.24	0.031	0.742
0.02			E-2	0.035	0.019	5E-04	0.085	0.026	0.006				
			E-3	0.032	0.022	6E-04	0.092	0.022	0.008				
			E-4	0.038	0.023	7E-04	0.105	0.024	0.007				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Cuadro de peso en Kg de tubérculos de las variedades Única y Tomasa Tito Condemayta.

VAR	RIEDA	D UN	ICA	VAR	TOMA	SA TIT	O C.
PLAN .	NRO . T	MUEST .	PESO	PLAN .	NRO . T	MUEST .	PESO
	UB .				UB .		
1	18	1	440	1	8	1	693
		2	279			2	634
		3	203			3	519
		4	142			4	548
		5	452			5	512
		6	412			6	451
		7	145			7	574
		8	142			8	498
		9	122				4429
		10	137				
		11	128				
		12	94				
		13	93				
		14	80				
		15	106				
		16	70				
		17	81				
		18	90				
			3216				
PLAN . NRO . T MUEST . PESO				PLAN . NRO . T MUEST . PESO			
2	12	1	526	2	15	1	489
		2	425			2	361
		3	379			3	233
		4	313			4	129
		5	198			5	458
		6	190			6	465
		7	169			7	197
		8	70			8	64
		9	93			9	103
		10	458			10	172
		11	167			11	460
		12	45			12	387
			3033			13	65
PLAN . NRO . T MUEST . PESO				PLAN . NRO . T MUEST . PESO			
3	12	1	394	3	16	1	47
		2	325			2	170
		3	78			3	120
		4	269			4	290
		5	94			5	115
		6	188			6	396
		7	220			7	451
		8	458			8	325
		9	223			9	112
		10	58			10	68
		11	98			11	392
		12	542			12	205
			2947			13	87
PLAN . NRO . T MUEST . PESO				PLAN . NRO . T MUEST . PESO			
4	17	1	148	4	13	1	210
		2	483			2	114
		3	190			3	197
		4	47			4	358
		5	105			5	512
		6	106			6	262
		7	106			7	24
		8	116			8	65
		9	109			9	92
		10	258			10	463
		11	512			11	395
		12	445			12	519
		13	254			13	461
		14	432				3672
		15	98				
		16	98				
		17	65				
			3572				
PLAN . NRO . T MUEST . PESO				PLAN . NRO . T MUEST . PESO			
5	10	1	480	5	10	1	480
		2	512			2	512
		3	365			3	365
		4	391			4	391
		5	420			5	420
		6	490			6	490
		7	284			7	284
		8	454			8	454
		9	97			9	97

Continuación de Anexo 05.

PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO			10	110
5	10	1	495				3603
		2	520				
		3	267		PLAN.	NRO. T UB.	PESO
		4	452		6	12	145
		5	137				256
		6	252				387
		7	248				506
		8	462				489
		9	111				472
		10	498				413
			3442				145
							122
							96
							45
							365
							3441
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO		PLAN.	NRO. T UB.	PESO
6	12	1	456		7	8	622
		2	356				598
		3	122				454
		4	98				421
		5	65				459
		6	508				543
		7	321				174
		8	122				185
		9	99				3456
		10	45		PLAN.	NRO. T UB.	PESO
		11	473		8	13	316
		12	245				112
			2910				487
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO				452
7	15	1	356				542
		2	485				509
		3	126				210
		4	278				62
		5	459				109
		6	98				127
		7	65				104
		8	75				496
		9	418				397
		10	365				3923
		11	318		PLAN.	NRO. T UB.	PESO
		12	192		9	11	507
		13	451				458
		14	612				365
		15	427				391
			4725				257
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO				485
8	10	1	356				465
		2	489				574
		3	605				102
		4	578				131
		5	369				69
		6	311				3804
		7	95				
		8	65				
		9	148				
		10	96				
			3112		PLAN.	NRO. T UB.	PESO
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO		10	14	512
9	13	1	506				482
		2	256				412
		3	125				354
		4	456				498
		5	532				411
		6	92				250
		7	87				178
		8	361				195
		9	475				

Continuación de Anexo 05.

		10	105			10	75
		11	143			11	98
		12	286			12	75
			3424			13	110
						14	248
							3898
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
10	14	1	421	11	10	1	495
		2	356			2	489
		3	250			3	482
		4	111			4	502
		5	153			5	365
		6	96			6	387
		7	72			7	254
		8	132			8	123
		9	451			9	289
		10	527			10	220
		11	496				3606
		12	315	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
		13	285	12	13	1	361
		14	231			2	401
			3896			3	415
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO			4	422
11	10	1	581			5	498
		2	681			6	320
		3	432			7	169
		4	521			8	384
		5	642			9	256
		6	432			10	122
		7	360			11	136
		8	395			12	85
		9	254			13	77
		10	289				3646
			4567	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO	12	9	1	412
12	9	1	412			2	326
		2	326			3	362
		3	362			4	564
		4	564			5	512
		5	512			6	432
		6	432			7	311
		7	311			8	392
		8	392			9	327
		9	327				3638
			3638	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO	13	11	1	302
13	11	1	302			2	367
		2	367			3	452
		3	452			4	465
		4	465			5	589
		5	589			6	510
		6	510			7	362
		7	362			8	387
		8	387			9	251
		9	251			10	280
		10	280			11	212
		11	212				4177
			4177	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO	14	15	1	521
14	15	1	521			2	536
		2	536			3	601
		3	601			4	610
		4	610			5	456
		5	456			6	352
		6	352			7	421
		7	421			8	362
		8	362			9	389
		9	389			10	374
		10	374			11	205
		11	205			12	122
		12	122			13	150
		13	150			14	251
		14	251			15	275
		15	275				5625
			5625	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO	15	8	1	671
15	8	1	671			2	611
		2	611			3	598
		3	598			4	793
		4	793			5	598
		5	598			6	597
		6	597			7	685
		7	685			8	721
		8	721				5274
			5274	PLAN.	NRO. T UB.	MUEST.	PESO
				16	9	1	656
						2	515
						3	501
						4	507
						5	565
						6	547

Continuación de Anexo 05.

PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
21	10	1	409			8	308
		2	415			9	295
		3	589			10	105
		4	541			11	98
		5	432			12	65
		6	416			13	94
							3460
		7	398				
		8	356				
		9	298				
		10	220				
			4074				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
22	14	1	513				
		2	506				
		3	407				
		4	452				
		5	431				
		6	395				
		7	364				
		8	298				
		9	87				
		10	98				
		11	118				
		12	389				
		13	178				
		14	56				
			4292				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
23	10	1	671				
		2	481				
		3	695				
		4	584				
		5	555				
		6	452				
		7	249				
		8	287				
		9	154				
		10	163				
			4291				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
24	12	1	348				
		2	376				
		3	305				
		4	584				
		5	612				
		6	498				
		7	478				
		8	435				
		9	215				
		10	281				
		11	87				
		12	95				
			4314				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
25	10	1	406				
		2	556				
		3	611				
		4	551				
		5	268				
		6	445				
		7	112				
		8	85				
		9	65				
		10	246				
			3345				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
22	13	1	109				
		2	562				
		3	421				
		4	471				
		5	411				
		6	321				
		7	390				
		8	150				
		9	127				
		10	256				
		11	112				
		12	87				
		13	74				
			3491				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
23	9	1	402				
		2	412				
		3	475				
		4	398				
		5	421				
		6	254				
		7	365				
		8	352				
		9	106				
			3185				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
24	10	1	356				
		2	380				
		3	417				
		4	432				
		5	406				
		6	399				
		7	167				
		8	174				
		9	289				
		10	151				
			3171				
PLAN.	NRO.T UB.	MUEST.	PESO				
25	12	1	456				
		2	462				
		3	469				
		4	211				
		5	190				
		6	121				
		7	312				
		8	345				
		9	295				
		10	261				
		11	78				
		12	84				
			3284				

Fuente: Elaboración propia