

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA, HISTOLOGICA Y  
MORFOLOGICA DE GENOTIPOS DE BATATA (*Ipomoea batatas* L.(Lam))  
PARA USO INDUSTRIAL**

**NATALIA BELEN OVIEDO CARMONA**

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agroalimentaria

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agroalimentaria  
San Lorenzo, Paraguay

2018

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA, HISTOLOGICA Y  
MORFOLOGICA DE GENOTIPOS DE BATATA (*Ipomoea batatas* L.(Lam))  
PARA USO INDUSTRIAL**

**NATALIA BELEN OVIEDO CARMONA**

Trabajo de grado presentado a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad  
Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniera  
Agroalimentaria

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agroalimentaria  
San Lorenzo, Paraguay

2018

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agroalimentaria

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA, HISTOLOGICA Y  
MORFOLOGICA DE GENOTIPOS DE BATATA (*Ipomoea batatas L.(Lam)*)  
PARA USO INDUSTRIAL**

Este trabajo de grado fue aprobado por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el grado de Ingeniera Agroalimentaria, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias/Universidad Nacional de Asunción.

**Autora:** Univ. Natalia Belen Oviedo Carmona .....

**Miembros del Comité Asesor**

**Orientador:**

Ing. E. H. CLAUDIO ANTONIO MORENO GAVILÁN

**Co-Orientadores:**

Prof. Ing. Agr. MONICA JOSEFINA GAVILAN JIMENEZ

Prof. Ing. Agr. VICTORIA ROSSMARY SANTACRUZ OVIEDO

Prof. Ing. Agr. CESAR ARNALDO CABALLERO MENDOZA

Prof. Ing. Agr. JOSE FELIX BAREIRO MENDOZA

San Lorenzo, 11 de diciembre del 2018

***DEDICATORIA***

*A María Azucena Carmona (Q.E. P.D.)*

*quien, en vida, fue mi tía, mi amiga y mi inspiración.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y a la Virgen María, por ser mi guía en cada momento de mi vida

A mi mama Leopoldina, por ser mi primera maestra en casa, por su cariño, paciencia y amor.

A mi papa Oscar, por su apoyo y confianza incondicional en cada decisión de mi vida, por ser mi sostenerme en mis momentos difíciles, por ser mi fortaleza y motivación.

A mis hermanos Gabriela, María Julia y Oscar por su acompañamiento en cada momento.

A Ana Isabel, por ser mi alegría de todos los días.

A mi abuela Josefina por sus oraciones y cariño incondicional.

A mis compañeros, en especial a Neidi, Tania, Pati, Andrea y Mauri, por brindarme su amistad, por compartir los buenos momentos y ayudarme a sobrellevar los malos en estos cinco años.

A cada uno de mis profesores, que no solo me transmitieron conocimiento, sino que fueron fuente de inspiración, en el ámbito académico y también en lo personal.

Al Ing. Claudio Moreno y la Ing. Mónica Gavilan, por su paciencia, predisposición y aliento, en cada etapa de esta investigación.

A mis co-orientadores, Ing. Rossmary Santacruz, Ing. Cesar Caballero, Ing. José Bareiro, por su apoyo, e impulso a esta investigación.

A mi team batata; Sole, Ramón, Fio, Auro y Alfre por su acompañamiento y apoyo en la cosecha de las batatas, y mis largas horas en el laboratorio.

A mis amigas Cinthia, Saida, Dalila, Sandrita, Rocio, y Tamara, por la amistad incondicional,

A Shaki, Romi y Vero, por su amistad y cariño

**CARACTERIZACION FISICOQUIMICA, HISTOLOGICA Y  
MORFOLOGICA DE GENOTIPOS DE BATATAS (*Ipomoea batatas L.(Lam)*)**

Autora: **NATALIA BELEN OVIEDO CARMONA**

Orientador: **Ing. EH. CLAUDIO ANTONIO MORENO GAVILÁN**

**RESUMEN**

La batata es el quinto alimento más importante en los países en desarrollo, es uno de los rubros agrícolas más antiguos, en cultivo y consumo. El objetivo principal de esta investigación es caracterizar de manera, fisicoquímica, histológica y morfológica 14 genotipos de batata (*Ipomoea batatas L.(Lam)*). Para llegar al mismo se determinaron las características fisicoquímicas de humedad, ceniza y grados Brix. Se identificaron las características histológicas de granos de almidón y drusas de oxalato de calcio. Se determinaron las características morfológicas de cada genotipo en relación a su forma, tamaño, defectos de la superficie, y color de raíz y pulpa. Se estimó la vida útil en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración. Los resultados obtenidos fueron que el contenido de humedad fue en promedio de 67% y de materia seca 33%. El contenido de ceniza promedio es de 1,92%, mientras que el porcentaje de grado Brix en promedio fue de 16 %. Los granos de almidón presentan forma esférica y las drusas de oxalato de calcio varía en tamaño y cantidad de acuerdo al genotipo. Las características morfológicas presentan gran diversidad, en forma, tamaño y color. El tiempo de vida útil estimado a temperatura ambiente es de 7 días, pudiéndose prologar si se somete a temperatura de refrigeración, posterior a la cosecha hasta el punto de comercialización.

**PALABRAS CLAVES:** batata, fisicoquímica, histología, morfología, vida útil.

# **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, HISTOLÓGICA E MORFOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE BATATAS (*Ipomoea batatas* L.(Lam)).**

**Autora: NATALIA BELEN OVIEDO CARMONA**

**Orientador: Ing. EH. CLAUDIO ANTONIO MORENO GAVILÁN**

## **RESUMO**

A batata doce é o quinto alimento mais importante nos países em desenvolvimento, é um dos itens agrícolas mais antigos; no cultivo e consumo. O principal objectivo deste estudo foi caracterizar assim, físico-químico, morfológica e histológica 14 genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L. (Lam)). Para alcançar as mesmas características físico-químicas de humidade, cinza e Brix foram determinados. As características histológicas dos grãos de amido e da drusa de oxalato de cálcio foram identificadas. As características morfológicas de cada genótipo foram determinadas em relação à sua forma, tamanho, defeitos superficiais e cor da raiz e polpa. O prazo de validade foi estimado sob condições de armazenamento à temperatura ambiente e refrigeração. Os resultados obtidos foram que o teor de umidade foi em média 67% e a matéria seca 33%. O teor médio de cinzas é de 1,92%, enquanto a percentagem de graus Brix, em média, foi de 16%. Os grãos de amido têm uma forma esférica e as drusas de oxalato de cálcio variam em tamanho e quantidade de acordo com o genótipo. As características morfológicas apresentam grande diversidade, em forma, tamanho e cor. O tempo estimado de vida em temperatura ambiente é de 7 dias, podendo ser estendido se for submetido a temperatura de refrigeração, após a colheita até o ponto de comercialização.

**PALAVRAS-CHAVE:** batata-doce, físico-química, histologia, morfologia, prazo de validade

**PHYSICOCHEMICAL, HISTOLOGICAL AND MORPHOLOGICAL  
CHARACTERIZATION OF SWEET POTATO GENOTYPES (*Ipomoea  
batatas L.(Lam)*).**

Author: **NATALIA BELEN OVIEDO CARMONA**

Advisor: **Ing. EH. CLAUDIO ANTONIO MORENO GAVILÁN**

**SUMMARY**

The sweet potato is the fifth most important food in developing countries, it is one of the oldest agricultural items; in cultivation and consumption. The main objective of this research is to characterize 14 genotypes of sweet potato (*Ipomoea batatas L. (Lam)*) physicochemically, histologically and morphologically. To reach it, the physicochemical characteristics of humidity, ash and Brix degrees were determined. The histological characteristics of starch grains and calcium oxalate drusen were identified. The morphological characteristics of each genotype were determined in relation to its shape, size, surface defects, and color of root and pulp. The shelf life was estimated under storage conditions at room temperature and refrigeration. The results obtained were that the moisture content was on average 67% and dry matter 33%. The average ash content is 1.92%, while the percentage of Brix degrees on average was 16%. The starch grains have a spherical shape and the calcium oxalate drusen vary in size and quantity according to the genotype. The morphological characteristics present great diversity, in form, size and color. The estimated life time at room temperature is 7 days, and it can be extended if it is subjected to refrigeration temperature, after the harvest to the point of commercialization.

**KEYWORDS:** sweet potato, physicochemistry, histology, morphology, shelf life.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Batata.....	3
Clasificación taxonómica .....	4
2.3. Cultivo .....	4
2.4. Genotipos.....	5
2.5. Usos de la batata.....	7
2.6. Valor nutricional.....	8
2.7. Morfología.....	8
2.7.1. Color.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
2.8. Análisis de alimentos.....	10
2.8.1. Humedad.....	10
2.8.2. Cenizas.....	11
2.8.3. Sólidos Solubles.....	11
2.8.4. Contenido de almidón.....	11
2.9. Histología Vegetal .....	11
2.9.1. Drusas de Oxalato de Calcio.....	12
2.9.2. Granos de almidón .....	12
2.10. Poscosecha .....	12
2.10.1. Vida útil. ....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1. Localización de la Investigación .....	14
3.2. Población de unidades y variables de medición.....	14
3.2.1. Población y muestra.....	14
3.2.2. Variables de estudio.....	24
3.3. Diseño para la recolección de datos primarios .....	25
3.4. Recursos materiales y equipos técnicos .....	26
3.5. Descripción del proceso de recolección de datos primarios.....	26
3.5.1. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS .....	26
3.5.2. ANÁLISIS HISTOLÓGICOS .....	28
3.5.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICOS.....	28
3.5.4. ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL.....	30
3.6. Métodos de control de calidad de datos .....	32

3.7. Modelos de análisis e interpretación .....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	33
4.1. Análisis fisicoquímicos .....	33
4.1.1 Análisis de humedad.....	33
4.1.2. Análisis de cenizas.....	37
4.1.3. Análisis de grados Brix.....	38
4.2. Análisis histológicos.....	40
4.2.1. Variedad Morado .....	40
4.2.2. Variedad Pyta.....	41
4.2.3. Variedad Boli.....	42
4.2.4. Variedad Pyta uruguayo.....	43
4.2.5. Variedad japonés.....	45
4.2.6. Variedad taiwanés.....	46
4.2.7. Variedad Princesa .....	47
4.2.8. Variedad Jety Paraguay .....	48
4.2.9. Variedad Andai .....	48
4.2.10. Clon Híbrido IB-011 .....	49
4.2.11. Clon Híbrido IB-019 .....	50
4.2.12. Clon híbrido IB-020.....	51
4.2.13. Clon híbrido IB-022.....	52
4.2.14. Clon Híbrido IB-023 .....	53
4.3. Analisis morfologico .....	53
4.3.1. Caracterización morfológica.....	54
4.3.2. Caracterización de colores .....	61
4.4. Análisis de vida útil .....	62
4.4.1. Peso.....	63
4.4.2. Textura.....	65
4.4.3. Daños en la superficie.....	67
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
6. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS .....	71
7. ANEXOS.....	74

## 1. INTRODUCCIÓN

La batata (*Ipomoea batatas* L.(Lam)), recibe diferentes denominaciones según la región; boniato, moniato, patata dulce, camote, cumara. Es una raíz reservante originaria del continente americano.

En la clasificación botánica pertenece a la familia de la Convolvuláceas, es una planta herbácea: de tallos rastreros y raíces profundas (principal objeto de producción). Es uno de los rubros agrícolas más antiguos, en cultivo y consumo (Linares et al. 2008).

Es el quinto alimento más importante en los países en desarrollo, luego del arroz, trigo, maíz y mandioca. Es altamente energético y posee buen balance de nutrientes, por lo que se considera relevante, para combatir la inseguridad alimentaria y malnutrición.

Es un cultivo agrícola rustico; no requiere de grandes cantidades de agroquímicos, es resistente a situaciones de estrés y sequía; lo que facilita la labor de los productores (Cusumano y Zamudio, 2013).

En el 2017, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería en Paraguay la superficie sembrada fue de 5000 ha con un rendimiento de 9950 kg.ha<sup>-1</sup>. Las propiedades y beneficios de este alimento no están muy difundidas, por lo que se debe lograr que la población tenga mayor conocimiento, sobre los efectos en la seguridad alimentaria, nutrición y en la mejora de ingresos que se obtienen mediante este rubro.

Existe la oportunidad de revertir esta situación y aumentar la demanda de este alimento, para beneficio de toda la cadena; desde el productor hasta el consumidor, teniendo en cuenta los factores de aprovechamiento industrial y la tendencia del consumidor por alimentos saludables y funcionales.

La importancia de esta investigación radica en la obtención de datos científicos, con el fin de fomentar el cultivo y la industrialización, ya que se cuenta con escasa informaciones técnicas a nivel nacional de este rubro, y así dar a conocer sus características como materia prima potencial.

La investigación tuvo como objetivo general describir las características fisicoquímicas, histológicas y morfológicas de los distintos genotipos de batatas cultivadas en Paraguay.

Para responder al mismo se ejecutaron los siguientes objetivos específicos: caracterizar las propiedades fisicoquímicas; identificar las características histológicas, determinar las características morfológicas, y estimar el tiempo de vida útil de genotipos de batata.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Batata**

La batata es una raíz tuberosa, perteneciente a la familia de las Convolvuláceas. Es nativa del continente americano, se tiene registros que se cultivó por primera vez en la zona de las Antillas, Colombia, Ecuador y Perú (Achata et al 1990).

Presenta otras denominaciones en el mundo como camote, boniato, moniato o patata dulce. A nivel mundial China es el mayor productor mientras que en el continente sudamericano Brasil y Argentina tienen la mayor superficie cultivada (Rodríguez 1984).

La batata se encuentra entre las raíces y tubérculos más importantes a nivel mundial, con la mandioca y la papa. Juntos alcanzan un lugar entre los diez primeros alimentos producidos en países en desarrollo. Es un cultivo valioso y ampliamente sembrado por su alto valor nutricional (Scott et al. 2000).

Es una planta perenne, pero se cultiva de forma anual. Su porte es rastrero y su consistencia herbácea. La multiplicación vegetativa más utilizada es por esquejes, aunque también se realiza por semilla (Folquer 1978).

En Paraguay, a la batata se conoce como jety en el idioma guaraní. Es un rubro utilizado especialmente por pequeños agricultores. Los principales departamentos de producción son, Ñeembucú, Caaguazú, San Pedro, Central, Concepción (DCEA-MAG, 2017).

En el Cuadro 1 se puede observar los principales departamentos productores de batata y su producción (t) en el año 2017.

**Cuadro 1. Principales departamentos productores de batata en Paraguay**

DEPARTAMENTOS	PRODUCCION (Ton)
1. ÑEEMBUCU	7.150
2. CAAGUAZU	6.729
3. SAN PEDRO	5.963
4. CENTRAL	5.811
5. CONCEPCION	5.702

**Fuente: DCEA 2017**

## 2.2 Clasificación taxonómica

En el Cuadro 2 se observa la clasificación taxonómica de la batata; pertenece al género *Ipomoea* de la familia Convolvulácea.

**Cuadro 2. Clasificación taxonómica de la batata**

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Solanales
<b>Familia</b>	Convolvulácea
<b>Genero</b>	<i>Ipomoea</i>
<b>Especie</b>	<i>Ipomoea batatas</i>

**Fuente: La lista de plantas (2013). Versión 1.1**

## 2.3 Cultivo

La batata es un cultivo que requiere bajo uso de insumos (semillas, fertilizantes, pesticidas) y las labores que requiere son mínimas como preparación de suelo, siembra, abonamiento, aporque, deshierbo, riego, controles fitosanitarios y la cosecha que se realiza de forma manual o con maquinarias (Scott et al. 2000).

La época de plantación abarca en las zonas Centro, Centro Este y Sur del país desde agosto hasta marzo; en la zona Norte-San Pedro, Concepción, y parte del Chaco, es posible plantar durante todo el año dependiendo de las lluvias de la época y de la disponibilidad de “semilla” (Villar 2009).

Se adapta a distintos tipos de suelo, principalmente a los arenosos y arcillosos. Necesita suelos bien oxigenados, con buen drenaje y es sensible a la salinidad. No es exigente en fertilidad, pero le favorecen los terrenos ricos en potasio. En cuanto a pH, tolera un rango entre 4 – 7 (Martí et al. 2014).

Es un cultivo de origen tropical por lo que es sensible a bajas temperaturas. La temperatura media necesaria para el cultivo es de 24°C (Martí H. et al., 2014). Se observa óptimo rendimiento con 750 a 1000 mm de lluvia anuales, con 500 mm durante la estación de crecimiento. Los requerimientos óptimos de humedad se encuentran entre un 50 al 80 % (Rodríguez 1984).

La plantación se realiza por esquejes; el método recomendado es levantando camellones de 25 a 40 cm de altura y a 100 cm entre sí. Dentro de las hileras, se coloca una rama-semilla cada 30 o 40 cm, enterradas hasta por lo menos 3 nudos. Con estos espaciamientos, se obtienen 25.000 a 33.000 plantas por hectárea (Villar 2009).

La cosecha inicia cuando el follaje de las plantas pierde intensidad en su color verde y tiende a amarillear, dependiendo si la variedad es precoz o tardía ocurre en un rango entre 100 a 150 días después de la plantación. Se realiza en forma manual (Rodríguez 1984).

## **2.4 Genotipos**

Los genotipos de batata se diferencian entre sí; debido a características que presentan en: el enroscamiento de los tallos, la longitud de las ramas, la cobertura del suelo, los entrenudos de los tallos, la pigmentación de los tallos, la forma de las hojas, el tamaño de las hojas, la pigmentación del envés de la hoja, el color de follaje, la longitud del peciolo y la pigmentación del peciolo. En la raíz se tiene en cuenta la forma, los defectos en la superficie, el color de la piel de la raíz, el color de la pulpa. En la floración se tiene en cuenta el hábito, el color, el tamaño y la forma del limbo (Huamán 1991).

Los agricultores a la hora de seleccionar la variedad tienen en cuenta los siguientes aspectos: las características deseadas del cultivo, la disponibilidad de

semillas y la predicción de la demanda del mercado en el momento de la cosecha (Villar 2009).

Las características preferidas de las batatas por los agricultores son el rendimiento alto, la tolerancia a insectos, plagas y enfermedades, la resistencia sequia e inundaciones, buen sabor, cierto color de piel y pulpa, precio alto de mercado y de fácil venta (Scott et al. 2000).

En algunos países, la batata morada ha recibido mayor precio que las de tipo amarillo. El precio en la comercialización difiere teniendo en cuenta ciertos criterios según la época, el tamaño, el color de piel, la forma y la perecibilidad, esta última es más evidente en las del tipo amarillo, mas no en las del tipo morado que aparentemente tienen menos agua (Achata et al. 1990).

También incide la dificultad de manipuleo y la apariencia comercial. Tienen menor costo del tipo amarillo que tiene formas alargadas e irregulares en comparación a las del tipo morado de forma redonda, aunque las del tipo amarillo tienen mejor calidad nutritiva (Fliert 2001).

Según Villar (2009) las variedades más comunes en Paraguay son:

-Jety Morotí o Jety Avá: las hojas son de forma corazonada, raíz redonda - ovalada, de piel y pulpa blancas. Ciclo de 6 a 8 meses. Apta para fabricar dulces.

-Jety Pytá Guazú: las hojas terminan en cinco puntas, con raíces de forma ovalada alargada, de piel rosada y de pulpa blanca. Su ciclo es de 4 a 5 meses. Apta para su exportación, es muy preferida por el mercado argentino.

-Jety Morotí o Jety Losa: las hojas terminan en cinco puntas, con raíces de forma alargada, de piel y pulpa blanca. Su ciclo es de 4 a 6 meses.

-Jety Pyta-í o Carau: las hojas son redondas, con raíces de forma redondeada, de piel rosada y pulpa morada. Su ciclo es de 4 a 5 meses.

-Jety Sa'y jú: las hojas son de forma redonda, con raíces redondo-alargadas, de piel amarillo-pálido y de pulpa amarilla intenso. Su ciclo es de 4 a 6 meses.

## **2.5 Usos de la batata**

La batata constituye un cultivo alimenticio importante en varios países. Su principal destino es para el consumo humano (aunque su consumo ha declinado en algunos lugares), alimentación animal y usos industriales (Achata et al. 1990).

Generalmente se consume en forma hervida y asada, aunque se le da varias aplicaciones culinarias como sopas, purés, fritas en forma de bastones, chips, postres: dulces, cremas de batatas, batatas enlatadas en forma de almíbar y helados (Martí et al. 2011)

Las hojas verdes se consumen en ensaladas en algunos países como en México y Oceanía. También tiene uso como abono verde, pero resalta su uso forrajero por su importante volumen, dirigido al engorde de ganado vacuno, de cerdos y equinos en forma fresca cocida o harina de batata ya que completa la ración de balanceados abaratando costos.

Es recomendado principalmente al ganado lechero por incentivar la lactancia. De la misma manera se utiliza se utiliza en la alimentación de aves de corral, peces, cabras y ovejas (Achata et al. 1990).

A nivel industrial es materia prima para la extracción de beta carotenos utilizados como colorantes, para la extracción de almidón y para la elaboración de alcohol; la batata es el tercer cultivo a nivel mundial para producir alcohol luego de la caña de azúcar y la mandioca, por ello califica como cultivo energético (Rodriguez 1984).

Su uso industrial también abarca la elaboración de jugos y cervezas, extracción de glucosa o productos fermentados como el vino, butanol, ácido láctico, acetona y etanol (sustituto de combustible fósil). En Japón, las fábricas de automóviles, a partir de la batata obtienen bioplásticos y en Perú utilizan pasta electrolítica en pilas secas (Castro 2011).

## 2.6 Valor nutricional

La batata es un alimento de gran importancia en varios países que presentan deterioro en sus niveles alimenticios, pues contiene un gran valor energético, aproximadamente 115 kcal por cada 100 gramos (Achata et al. 1990).

Según Castro (2011) la composición química de la batata es:

**Cuadro 3:** Composición química de la batata por cada 100 gramos

<b>Agua</b>	74 g
<b>Hidratos de Carbono</b>	21,5 g
<b>Fibra</b>	1,2 g
<b>Proteínas</b>	1,2 g
<b>Lípidos</b>	0,2 g
<b>Sodio</b>	41 mg
<b>Potasio</b>	385 mg
<b>Fosforo</b>	55 mg
<b>Calcio</b>	22 mg
<b>Hierro</b>	1 mg

Se destaca su contenido de vitamina A, inclusive mayor que la zanahoria, y la presencia de vitamina C, vitamina E y vitamina B1. En cuanto a minerales contiene un valor alto de potasio y hierro, en cambio un bajo contenido de sodio en comparación de otras hortalizas (Martí et al. 2011).

La batata posee fibras, que lo hacen un alimento fácilmente digerible y ayuda al tránsito intestinal, en su composición también se encuentra pigmentos como antocianinas y beta carotenos con funciones potenciales de antioxidantes (Martí et al 2011).

## 2.7 Morfología

Según Rodríguez (1984), la batata es una planta de consistencia herbácea, porte rastroso y perenne, aunque se cultiva como anual y presenta las siguientes características morfológicas:

- Tallo: También llamado rama, de longitud variable (de 10 cm a 6 m), es cilíndrico (calibre de 4 mm a más de 6 mm) y rastroso. Puede ser glabro (sin pelos) o pubescente (velloso). El color varía entre verde, morado o combinación de ambos.

- Hojas: Son muy numerosas, simples, alternas, insertadas aisladamente en el tallo, sin vaina, con pecíolo largo, de hasta 20 cm, y coloración y vellosidad semejante al tallo. Limbo ligeramente desarrollado. Palminervias, con nervios de color verde o morado. La forma de limbo es generalmente acorazonada (aunque hay variedades con hojas enteras, hendidas y muy lobuladas).
- Flores: Se agrupan en una inflorescencia del tipo de cima bípara, con raquis de hasta 20 cm, que se sitúan en la axila de una hoja con cuatro centímetros de diámetro por cinco de largo, incluido el pedúnculo floral; el cáliz posee cinco sépalos separados, y la corola cinco pétalos soldados, con figura embudiforme y coloración violeta o blanca; el androceo lo constituyen cinco estambres y el gineceo un pistilo bicarpelar.
- Fruto: Es una pequeña cápsula redondeada de tamaño inferior a un centímetro, en cuyo interior se alojan de una a cuatro pequeñas semillas redondeadas de color pardo a negro. Mil semillas pesan de 20 a 25 gramos.
- Raíz: es el objetivo principal del cultivo, presenta diferentes tamaños; pequeño, mediano y grande, un peso entre 200 y 500 gramos, el pedúnculo puede ser corto o largo (inferior o superior a 5 cm), luce varias formas; esferoidal, alargada, ovoide, napiforme o irregular, la superficie puede ser; lisa, venosa y rugosa, el color de la piel y la pulpa varían entre; rojizo, blanco, amarillo y morado, o una combinación de distintas tonalidades

### **2.7.1 Color**

El color en los alimentos es una cualidad organoléptica muy importante pues es el primer atributo que juzga el consumidor, y está directamente relacionado con la calidad del producto (Rettig y Hen 2014).

El color es un atributo de la materia relacionada con el espectro de luz y que por lo tanto puede medirse físicamente en término de energía radiante o intensidad, y por su longitud de onda (Badui 2006).

La colorimetría es un método que se utiliza para cuantificar la cantidad de pigmentos presentes en los alimentos, mediante la medición de color de tres

componentes de colores primarios que son perceptibles por el ojo humano, rojo, verde y azul. Generalmente se lleva a cabo por la visión digital y es muy utilizado en la industria de alimentos como herramienta de calidad (Rettig y Hen 2014).

Existen dos tipos de colorantes que se utilizan en los alimentos como aditivos; los naturales y sintéticos. El color de los alimentos también aporta información acerca del estado de maduración y frescura. Hay 15 colorantes naturales y 28 colorantes sintéticos autorizados (Baltes 2007).

Los pigmentos naturales incluyen varios tipos de carotenoides, xantofilas y antocianinas, además de betalaínas, clorofilas, azafrán, entre otros, estos se aplican en jugos de frutas, oleorresinas, aceites y extractos. Los colorantes sintéticos son derivados azoicos como la tartacina y la azorrubina, aunque también derivan de quinoles, trifenilmetano y otros (Baltes 2007).

La batata en su estructura química contiene dos pigmentos principales; los betacarotenoides y las antocianinas. Los betacarotenoides se encuentran en las variedades amarillas, mientras que las antocianinas se encuentran en las variedades moradas (Folquer 1978).

## **2.8 Análisis de alimentos**

El análisis de los alimentos es una disciplina muy amplia que se basa en los principios de la fisicoquímica, biología, química orgánica y química analítica. Estudia cada uno de los componentes de los alimentos: agua, hidratos de carbono, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y los responsables del color y sabor (Badui 2006).

El mismo autor menciona que también se enfoca en el desarrollo y uso de los procedimientos para caracterizar alimentos por medio de sus componentes, entender las propiedades de los mismos y producir alimentos seguros y nutritivos para el consumidor.

### **2.8.1 Humedad**

El análisis de humedad es uno de los procedimientos analíticos más importantes que se llevan a cabo sobre un producto alimentario, ya que revela un valor analítico de gran relevancia económica para la industria de alimentos, teniendo en cuenta que el contenido de humedad es responsable del deterioro de los alimentos.

El resultado de este análisis es utilizado como factor de calidad y estabilidad para la conservación, expresa la base del peso seco del producto y es fundamental a la hora de procesar, empaquetar y transportar los alimentos (Nielsen 2009).

### **2.8.2 Cenizas**

El análisis de cenizas de un alimento se refiere al residuo inorgánico que queda después de la calcinación de la materia orgánica y es sinónimo del contenido mineral. Existen dos tipos de calcinación; por vía seca a temperaturas de 500 – 600 ° C, o por vía húmeda. que consiste en oxidar sustancias orgánicas mediante el uso de ácidos y agentes oxidantes (Nielsen 2009).

### **2.8.3 Sólidos Solubles**

La medición de sólidos solubles se realiza a través de grado Brix que se basa, en la refracción de la luz creada por la naturaleza y la concentración de los solutos.

Para realizar esta medición se utiliza el refractómetro que mide directamente el contenido de sacarosa disuelta, es decir la concentración de sólidos solubles e indirectamente la densidad en una solución (A. KRÜSS Optronic 2004).

### **2.8.4 Contenido de almidón**

El almidón es un carbohidrato fundamental en la dieta. Se encuentra en los cereales, leguminosas, tubérculos y en algunas frutas como polisacáridos de reserva energética. Químicament e está compuesto por dos polisacáridos: la amilosa y la amilopectina (Badui 2006).

La extracción del almidón se lleva a cabo para uso industrial por el método de molienda húmeda, se utiliza como insumo en la elaboración de alimentos como estabilizadores, emulsificantes y mejoradores de textura (Guízar et al 2008).

## **2.9 Histología Vegetal**

Se identifica a veces con lo que se ha llamado morfología microscópica, pues su estudio no se detiene en los tejidos, sino que va más allá, observando también el interior de las células y otros corpúsculos, relacionándose con la bioquímica y la citología (García y Segovia 2013).

### **2.9.1 Drusas de Oxalato de Calcio**

Las plantas producen los cristales de oxalato de calcio en una gran variedad de formas y tamaños, aunque la mayoría de los cristales pueden clasificarse dentro de cuatro tipos principales en base a su morfología: rafidios (cristales aciculares en agregados), drusas (agregados cristalinos esféricos), estiloides (cristales aciculares) y prismas (Jáuregui y Moreno 2004).

La formación de cristales de oxalato de calcio parece jugar un papel central en importantes funciones de las plantas, entre las que se incluyen la regulación en los niveles de calcio, la protección contra la herbivoría y la detoxificación de metales pesados. Las morfologías específicas de las especies que presentan estos cristales, indican que su formación está altamente regulada (Jáuregui y Moreno, 2004).

### **2.9.2 Granos de almidón**

Los rasgos morfológicos de los granos de almidón se utilizan para caracterizar botánicamente a las especies vegetales, sus diferencias se deben a que tienen como característica fundamental que sus propiedades fisicoquímicas y funcionales estarán influenciadas por sus estructuras granular y molecular (Bocanegra y López, 2012)

## **2.10 Poscosecha**

La poscosecha es el período comprendido entre la cosecha de los productos agrícolas y el momento de consumo. La aplicación de tecnologías de poscosecha a los productos agrícolas, busca mantener la calidad, garantizar la seguridad alimentaria y reducir las pérdidas entre la cosecha y el consumo (IICA, 2017).

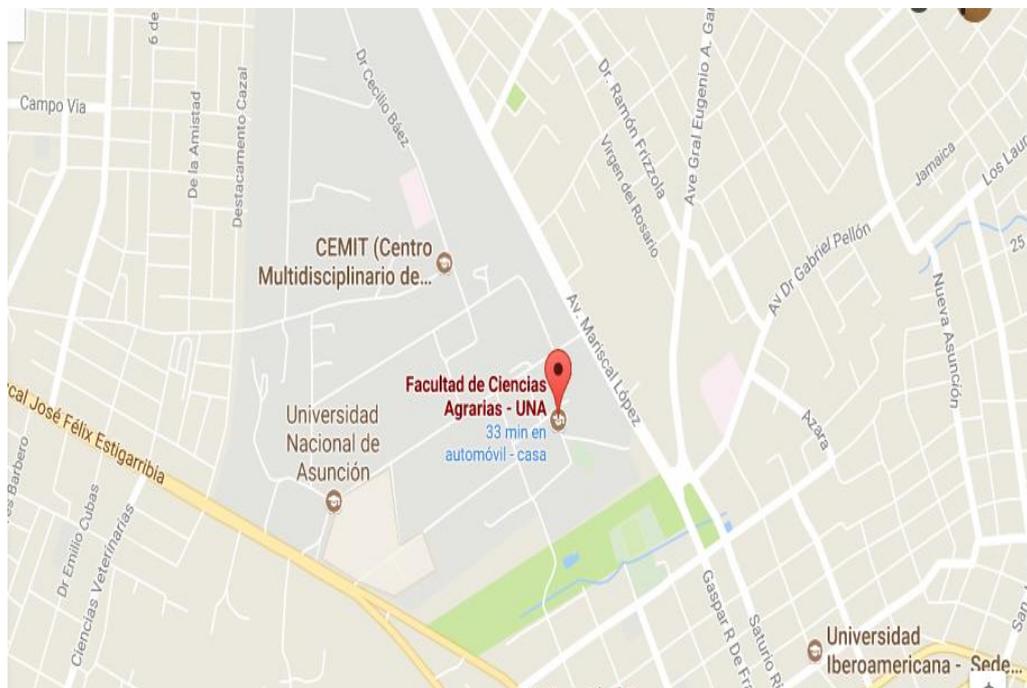
### **2.10.1 Vida útil.**

La vida útil de un alimento se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento, en las que tendrá una pérdida de sus propiedades sensoriales y fisicoquímicas, y sufrirá un cambio en su perfil microbiológico (Carrillo y Reyes, 2013)

### 3 . MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización de la Investigación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Calidad Agroalimentaria de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, Campus Universitario, km 10,5, San Lorenzo.



**Figura 1:** Ubicación de la Facultad de Ciencias Agrarias  
Fuente: Google Maps. 2017

#### 3.2 Población de unidades y variables de medición

##### 3.2.1 Población y muestra

La población de estudio fueron 14 genotipos de batatas (9 variedades y 4 clones híbridos) cultivadas en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Asunción.

La muestra para el estudio fueron 6 kilogramos de cada genotipo de batata, (que se puede observar en el cuadro 4)

**Cuadro 4: Variedades comerciales y clones híbridos de batata de la FCA –UNA e IPTA**

<b>N°</b>	<b>Genotipos</b>	<b>Origen/Procedencia</b>
1	Morado	Villeta
2	Pyta	Nueva Italia, Var Mercado
3	Boli	Chaco Central, Comité El Estribo
4	Pyta Uruguayo	Nueva Italia
5	Japones	Colección IPTA, 10 de noviembre de 2016
6	Taiwanes	Colección IPTA, 10 de noviembre de 2016
7	Princesa	Colección IPTA, 10 de noviembre de 2016
8	Yety Paraguay	Colección IPTA, 10 de noviembre de 2016
9	Andai	Colección IPTA, 10 de noviembre de 2016
10	Ib – 011	Colección de F1C1 (Híbridos obtenidos por Policruzas)
11	Ib – 019	Colección de F1C1 (Híbridos obtenidos por Policruzas)
12	Ib – 020	Colección de F1C1 (Híbridos obtenidos por Policruzas)
13	Ib – 022	Colección de F1C1 (Híbridos obtenidos por Policruzas)
14	Ib – 023	Colección de F1C1 (Híbridos obtenidos por Policruzas)

### 3.2.2 Variables de estudio

Las variables que se presentan en la investigación son en base a los objetivos específicos establecidos, con sus correspondientes indicadores e instrumentos que se utilizaron.

**Cuadro 5: Variables de estudio de la investigación**

<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
------------------	------------------	--------------------	---------------------

Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de genotipos de batata	Propiedades fisicoquímicas	-Humedad - Cenizas - Grados Brix	-Deshidratador - Mufla - Refractómetro -Balanza -Rallador -Placas Petri -Normas AOAC
<b>Objetivos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>
Determinar las características morfológicas de genotipos de batata	Forma de raíz Color de la superficie de la raíz y pulpa	-Características de las raíces -Disposición de pigmentos	- Adobe Photoshop (colorimetría) - Cámara fotográfica
Estimar la vida útil de genotipos de batata	Tiempo de vida útil	-Daños físicos; roturas, grietas, manchas, deshidratación -Peso - Textura	-Cámara fotográfica -Balanza -Norma COVENIN n° 1769 -Refrigerador

Fuente: elaboración propia

### 3.3 Diseño para la recolección de datos primarios

El tipo de investigación fue experimental y descriptiva, con componentes analíticos, y enfoque cualitativo y cuantitativo.

Se unen dos tipos de investigaciones para lograr mejores resultados, teniendo en cuenta que, con la investigación experimental, se tuvo el propósito de determinar, con la mayor confiabilidad posible, las relaciones de causa-efecto, mientras que con la investigación descriptiva se propuso describir de modo sistemático las características

de la población a ser estudiada, y en comprobar explicaciones. La investigación descriptiva siempre se encuentra en la base de la explicativa (Artiles et al. 2005).

### 3.4 Recursos materiales y equipos técnicos

**Cuadro 6: Recursos materiales y equipos técnicos**

Recursos materiales	Equipos técnicos
Útiles de oficina	Refractómetro
Impresora	Estufa
Internet	Cámara Fotográfica
Computadora	Mufla
Calculadora	Desecador
Vidriería de laboratorio	Microscopio óptico
Placas	Refrigerador
Insumos de Laboratorio	

### 3.5 Descripción del proceso de recolección de datos primarios

La investigación se realizó, de la siguiente forma: primero se realizó la cosecha, recepción y registro de las muestras de los 14 genotipos de batata. Luego se procedió a la realización de las muestras pilotos y calibración de los equipos a ser utilizados para los análisis fisicoquímicos.

Luego se llevó a cabo en el laboratorio los análisis fisicoquímicos, histológicos y morfológico de todas las muestras en cuestión:

- **Cosecha, recepción y registro de la materia prima**

- a) Luego de la cosecha de batata, se elaboró una planilla enumerando, nombrando y registrando el peso de los 14 genotipos de batatas.

#### 3.5.1 Análisis fisicoquímicos

- **Análisis de humedad** (Método de Humedad según la AOAC 925.10.1990)
  - a) Se procedió a lavar las placas Petri y secar en el horno por 1 hora
  - b) Se aguardó que las placas tengan temperatura ambiente y se registró su peso
  - c) Se pesaron las muestras (3 gramos aproximadamente de cada genotipo y tres muestras por cada genotipo)

- d) Se pesaron las placas con las muestras
- e) Se sometió a secado en la estufa a  $100^{\pm} 5^{\circ}$  C hasta obtener peso constante, por un tiempo aproximado de 4 horas
- f) Se registraron los datos de cada pesaje en una planilla
- **Análisis de cenizas** (Método de Ceniza según la AOAC 923.03.1990)
  - a) Se procedió a encender la mufla, y estabilizar su temperatura a  $550^{\circ}$  C (aproximadamente por 1 hora).
  - b) Se procedió a lavar los crisoles de porcelana y secar en la mufla por 1 hora
  - c) Se esperó que los crisoles tengan temperatura ambiente y se pesaron
  - d) Se pesaron las muestras
  - e) Se pesaron los crisoles con las muestras
  - f) Se introdujo los crisoles con las muestras a la mufla a una temperatura de  $550^{\circ}$ C, aproximadamente por 3 horas hasta obtener el peso constante
  - g) Se registraron los datos de cada pesaje en una planilla
- **Determinación de grados Brix por refractometría digital**
  - a) En la primera etapa se prepararon 6 (seis) soluciones de sacarosa en agua al 1%, 2%, 4%, 6%, 8%, y 10 % para la curva de calibración de grados Brix por refractometría digital.
  - b) Se procedió a medir los grados Brix de cada una de las soluciones de sacarosa y se registró en la planilla.
  - c) A partir de ahí se procedió a pesar 5 gramos de cada genotipo para preparar soluciones al 5%
  - d) Luego se midió el grado Brix de cada genotipo con ayuda del refractómetro digital, colocando una gota de cada solución y registrando los resultados.
  - e) Se realizaron 3 repeticiones de medición para cada genotipo.
  - f) Se realizó una planilla con los datos de cada medición

Observación: Se utilizó el refractómetro digital Milwaukee

### **3.5.2 Análisis histológicos**

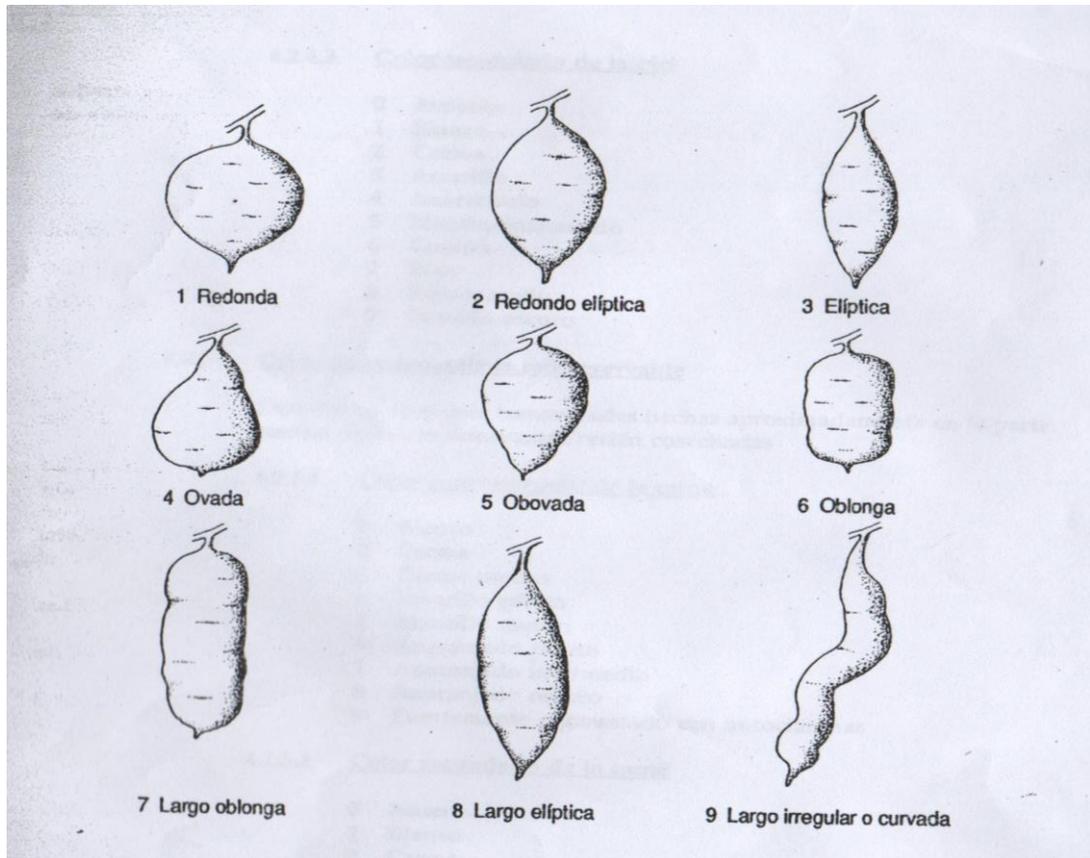
- **Drusas de oxalato de calcio y granos de almidón**

- a) Se realizaron cortes transversales de la raíz, para obtener una lámina de batata
- b) Se observaron el microscopio, hasta obtener las drusas de oxalato de calcio o los granos de almidón.
- c) Se fotografiaron para realizar registros de las características de las drusas y los granos de almidón para cada genotipo.

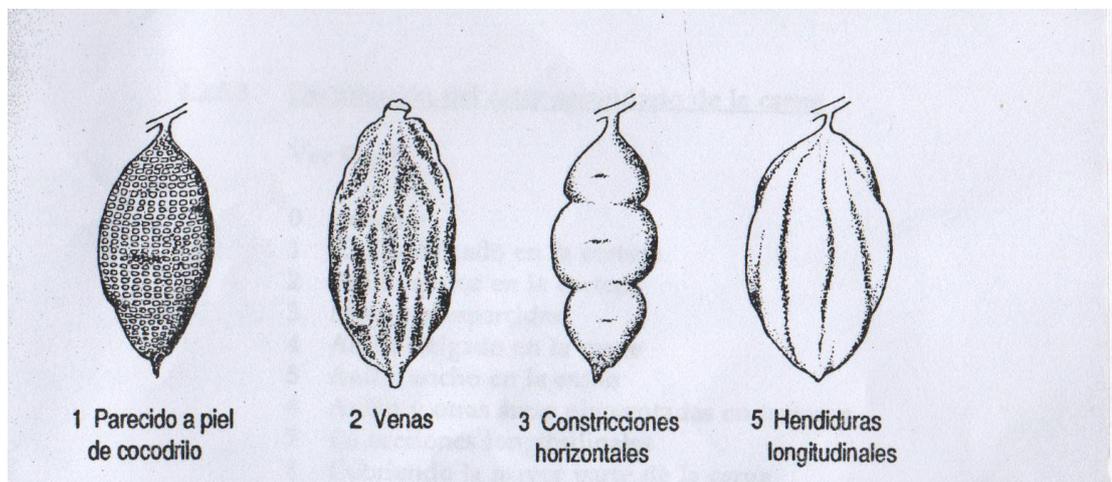
### **3.5.3 Análisis morfológicos**

Se realizó la caracterización de las raíces teniendo en cuenta los Descriptores de la batata de Huamán Z. (1991).

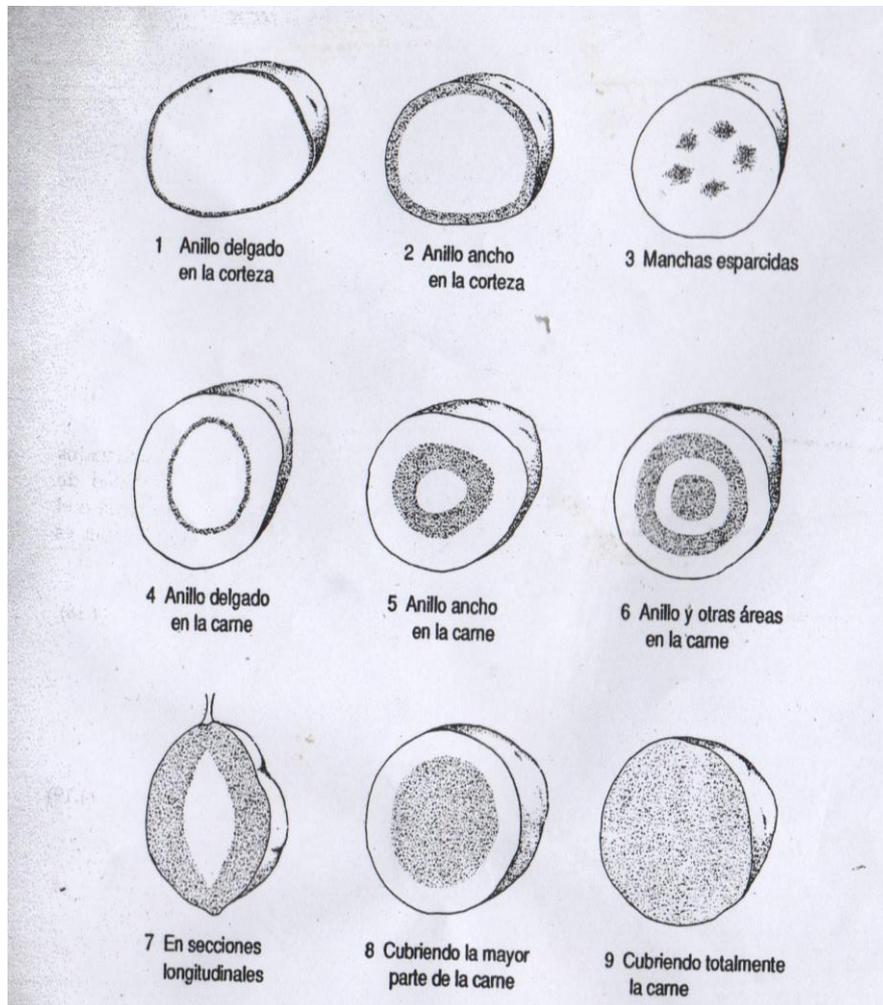
- a) Se realizó una sesión de fotos de las raíces de los genotipos de batata.
- b) Se procedió a elaborar un registro de las características de las raíces teniendo en cuenta lo siguiente: forma, tamaño, superficie y color de las mismas
- c) Se procedió a elaborar un registro de las características de las pulpas teniendo en cuenta los colores predominantes, colores secundarios, y la distribución de los mismos.



**Figura 2:** Formas de las raíces de batatas. Huamán Z. (1991).



**Figura 3:** Defectos que presenta la superficie de las raíces. Huamán Z. (1991).



**Figura 4:** Distribución de los colores secundarios de la pulpa. Huamán Z. (1991).

d) Luego con ayuda del programa Adobe Photoshop, se procedió a analizar mediante cromatografía digital los colores de las raíces y pulpa.

#### 3.5.4 Análisis de vida útil

a) Para el análisis de vida útil, se prepararon muestras de cada genotipo y se sometieron a dos tipos de almacenamiento (temperatura ambiente y temperatura de refrigeración), totalizando 28 muestras, almacenadas en bolsas de plásticos e identificadas 14 para temperatura ambiente y 14 para temperatura de refrigeración, por un periodo de 30 días.

- b) Cada raíz se guardó en bolsas de plásticos identificadas con el tipo de almacenamiento y el código del genotipo.
- c) Durante 30 días se registró el comportamiento de las raíces en cada tipo de almacenamiento de la siguiente forma:

- **Peso**

- d) Se procedió a pesar y registrar desde el día uno, cada tres días los pesos de las muestras, para posteriormente obtener los datos de pérdida de peso diaria y pérdida total.

- **Textura**

- e) Con ayuda del probador de dureza digital para frutas y vegetales FHT – 1122, se midió y registro el comportamiento de la textura de las raíces para cada tipo de almacenamiento.
- f) El modelo del tamaño del penetrometro, se eligió teniendo en cuenta que las raíces de la batata tienen consistencia dura, por lo que eligió el tamaño de 7,9mm (según la guía, es el utilizado para vegetales duros)
- g) La medición se realizó tres veces por semana y consistió en sostener la batata contra una superficie dura y presionar la punta en la pulpa a una velocidad uniforme (durante 3 segundos) y luego registrar la lectura de pantalla.

- **Daños**

- h) También se fotografiaron las muestras semanalmente para registrar los cambios y daños
- i) Se evaluaron de los agentes causales del daño de las raíces

La última parte de la investigación es la obtención de resultados, el análisis de los mismos, la realización de la comparación, contrastación y posterior comunicación de los resultados.

Las investigaciones se clasificarán en las siguientes etapas:

#### **Cuadro 7: Etapas de la investigación**

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Etapa 1	Recepción y registro de las muestras
Etapa 2	Análisis fisicoquímicos y morfológicos
Etapa 3	Análisis de histológicos y vida útil
Etapa 4	Análisis de datos obtenidos, comparación, contrastación y posterior comunicación de los resultados

#### **3.6 Métodos de control de calidad de datos**

Los diferentes análisis se compararon con la teoría y experimentos similares. Cada análisis se efectuó de acuerdo a las normas, aplicando la triangulación de datos que consiste en comparación de factores cualitativos y cuantitativos y triplicación de ensayos para la viabilidad de los datos. Se realizó la calibración de los equipos, realizándose la verificación previa al análisis

#### **3.7 Modelos de análisis e interpretación**

Los datos obtenidos para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de batatas de los resultados de laboratorio obtenidos, comparando con la teoría, y otros trabajos similares realizados en otros países con el mismo cultivo.

Para analizar el contenido de humedad, se tuvo en cuenta, el peso inicial de la muestra, el peso final, la diferencia de peso. Esos datos con ayuda de la formula,  $(P_i - P_f) / P_i$  nos brindó el porcentaje de humedad y de materia seca.

Para analizar de cenizas se tuvo en cuenta, el peso inicial de la muestra, el peso final, la diferencia de peso luego de someterse a altas temperaturas. Esos datos, nos brindará el porcentaje de cenizas.

El porcentaje de grados Brix se midió con ayuda del refractómetro digital, se preparó soluciones de cada genotipo, y el equipo revelo el contenido de solidos

solubles de cada muestra, teniendo en cuenta que 1 grados Brix, equivale a 1 gramo de solidos solubles por 100 gramos de solución.

El análisis para identificar las características histológicas de genotipos de batata, se basó en la observación microscópica y en la obtención de imágenes digitales para su registro

Para determinar el espectro de color de la raíz y pulpa, se efectuó por colorimetría digital, se realizó una descripción específica con ayuda del programa Adobe Photoshop.

En cuanto, a la estimación de vida útil de los genotipos de las batatas, la metodología se adaptó según la norma CONVENIN N°1769, registrando los datos en una planilla y con ayuda las imágenes digitales, el penetrometro y la medición de peso.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4.1 Análisis fisicoquímicos**

Las características fisicoquímicas de la batata presentan diferencias, según el estado de maduración, los factores del cultivo; el periodo, suelo, clima, fertilización, y los cuidados culturales, y los factores del momento de cosecha.

#### **4.1.1 Análisis de humedad**

El análisis de humedad se realizó, obteniendo entre 3-5 gramos de cada genotipo, con tres repeticiones por cada uno. Se registró el peso de cada muestra, durante 240 minutos, hasta obtener su peso constante (Ver Anexo 1). Luego se realizó

un promedio para cada genotipo, para poder obtener los datos en porcentaje de su contenido de humedad y materia seca como se puede observar en el Cuadro 8.

**Cuadro 8. Registro promedio de perdida de agua**

<b>Genotipos</b>	<b>0min</b>	<b>60min</b>	<b>120min</b>	<b>150min</b>	<b>180min</b>	<b>210min</b>	<b>240min</b>
Morado	4,847	3,960	1,854	1,691	1,661	1,657	1,652
Pyta	5,304	4,367	2,647	2,324	2,145	2,082	2,035
Boli	4,406	2,196	1,539	1,435	1,420	1,409	1,404
Pyta uruguayo	4,882	3,906	2,298	1,766	1,538	1,420	1,350
Japones	3,648	1,866	1,106	0,919	0,875	0,845	0,841
Taiwanes	4,222	1,947	1,430	1,378	1,344	1,313	1,310
Princesa	4,998	2,641	2,272	2,006	1,876	1,847	1,537
Jety paraguay	3,949	2,424	1,660	1,583	1,544	1,503	1,497
Andai	2,507	2,257	1,479	0,895	0,786	0,948	0,906
Ib-011	4,243	2,068	1,664	1,634	1,622	1,598	1,548
Ib-019	4,031	1,619	1,128	1,051	1,044	1,032	1,025
Ib-020	4,630	3,115	2,393	2,055	1,863	1,771	1,770
Ib-022	4,452	2,611	1,954	1,752	1,631	1,577	1,557
Ib-023	5,211	3,365	2,528	2,146	1,953	1,838	1,813

En el Cuadro 8, se observa como los distintos genotipos de batata, van eliminando su contenido de humedad, a través de tiempo hasta llegar a un peso constante.

En la Figura 5 se puede notar los distintos comportamientos de los genotipos, algunos desprenden agua de manera más fácil, aproximadamente el 50% de su humeado en corto tiempo (60 minutos), como es el caso de los genotipos Boli, Japonés, Taiwanés, Princesa, IB 011, IB 019. Mientras que Morado, Pyta uruguayo y Andai presentan menor pérdida, entre el 10 a 20 %.

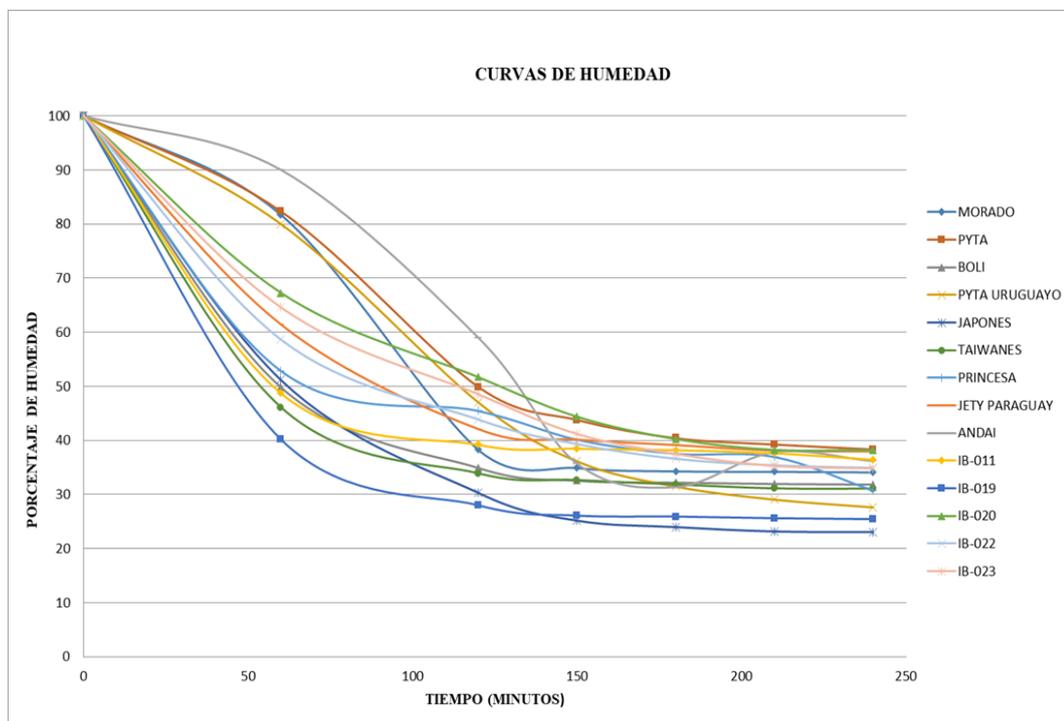


Figura 5: Curva de pérdida de humedad de los genotipos en distintos tiempos

**Cuadro 9. Porcentaje de humedad y masa seca**

<b>Genotipos</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Materia seca(%)</b>
Morado	65,91	34,09
Pyta	61,64	38,36
Boli	68,14	31,86
Pyta uruguayo	72,34	27,66
Japones	76,94	23,06
Taiwanés	68,97	31,03
Princesa	69,25	30,75
Jety paraguay	62,1	37,9
Andai	63,85	36,15
Ib-011	63,53	36,47
Ib-019	74,57	25,43
Ib-020	61,77	38,23
Ib-022	65,03	34,97
Ib-023	65,21	34,79
<b>Promedio</b>	<b>67,09</b>	<b>32,91</b>

En el Cuadro 9, registran el porcentaje de humedad y materia seca de los genotipos, con un promedio general de humedad de 67,09 % y materia seca de 32,91 %. Los genotipos que presentaron mayor contenido de humedad son Pyta uruguayo, japonés, y IB 019, con porcentajes mayores al 70%, lo que indican que son los genotipos que presentan menor contenido de materia seca, aproximadamente 25 %.

Mientras que los genotipos que presentaron menor contenido de humedad son; Pyta, Jety Paraguay y IB 020, lo que indican que poseen mayor contenido de materia seca, superior a 35%.

Según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, mencionado por Rodríguez, 2008, en su tabla de composición de alimentos colombianos la batata presenta un contenido de humedad de 75,8%.

García et al. 2016, encontró un contenido de humedad de 71,61 % en la variedad Topera de Venezuela, similar al reportado en otras variedades y otras raíces y tubérculos (65 – 80%).

En la Figura 6 se puede observar que todos los genotipos analizados presentan un porcentaje promedio alto, mayor al 20 % de materia seca, que según lo mencionado por García et al. (2016) representa un índice adecuado para usos agroindustriales, especialmente las destinadas a la elaboración de chips y harina. Estos datos presentan diversidad entre genotipos, ya que influyen sus características genéticas, el sistema de producción agrícola seleccionado y las prácticas de manejo agronómico seleccionado.

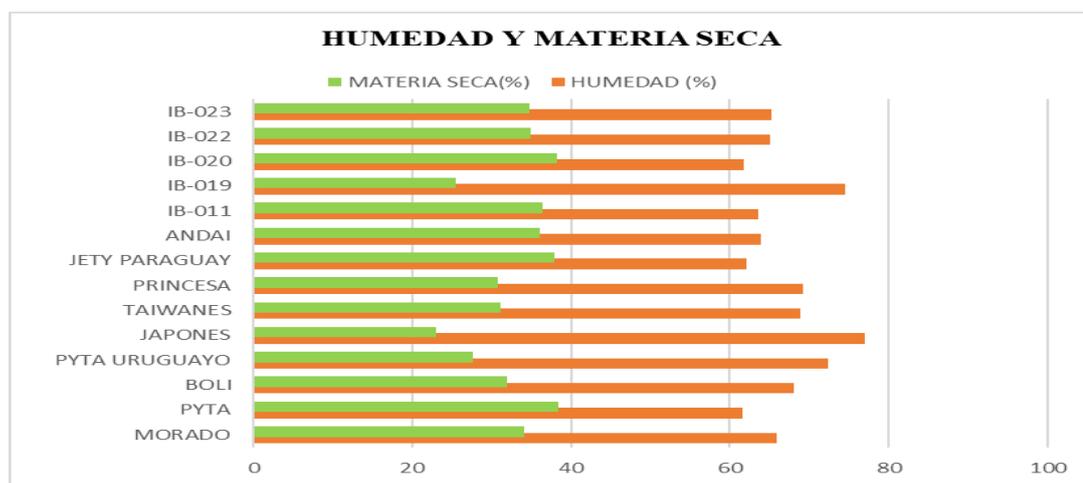


Figura 6: Porcentaje de Humedad y Materia Seca

#### 4.1.2 Análisis de cenizas

Los datos para el análisis de cenizas se obtuvieron mediante muestras, por triplicado de cada genotipo, previamente deshidratadas, se colocaron en la mufla a 550° C, hasta obtener peso constante, por un periodo de tiempo de 150 minutos. El porcentaje de ceniza para cada genotipo se puede observar en la Tabla 4.

**Cuadro 10. Análisis de ceniza**

Genotipo	Porcentaje
Morado	3,2
Pyta	2,12
Boli	0,93
Pyta uruguayo	0,81
Japones	2,14
Taiwanes	1,16
Princesa	1,64
Jety paraguay	1,59
Andai	1,63
Ib-011	2,22
Ib-019	2,76
Ib-020	2,3
Ib-022	2,01
Ib-023	2,34
<b>Promedio</b>	<b>1,92</b>

En en Cuadro 10, se puede notar que los genotipos contienen un porcentaje promedio alto de cenizas, 1,92%. Los genotipos con mayor porcentaje de ceniza son la variedad Morado, y los clones híbridos IB 019 y IB 023, con porcentaje mayores al 2%.

Según el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, mencionado por Rodríguez, (2008), en su tabla de composición de alimentos colombianos la batata presenta un contenido de ceniza de 0,80%. Mientras que García et al. (2016), manifiestan que la variedad Topera de Venezuela, contiene 1,53% de ceniza.

En la Figura 7, se puede notar que la mayoría de los genotipos analizados, superan ambos valores, lo que reflejan que se puede utilizar este alimento, como fuente aprovechable de minerales, para la dieta humana

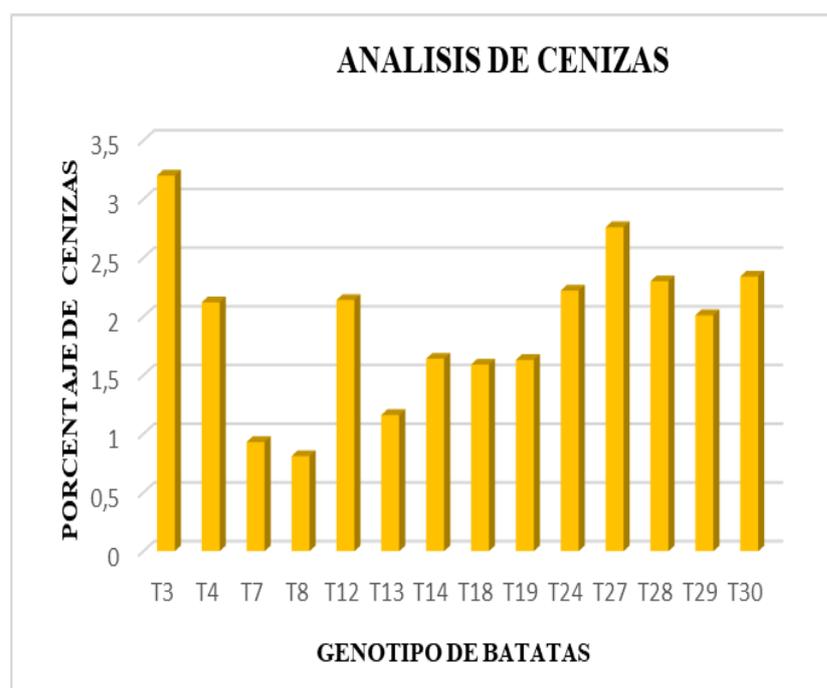


Figura 7: Porcentaje de Ceniza

#### 4.1.3 Análisis de grados Brix

Luego de calibrar el refractómetro digital con las soluciones de sacarosa, se prepararon soluciones con cada genotipo de batata, y se realizaron las mediciones, con tres repeticiones para cada genotipo, como se puede ver en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Mediciones de Grado Brix.**

Genotipos	Gramos	Brix 1	Brix 2	Brix 3	Promedio
Morado	5,165	0,9	0,9	0,9	0,9
Pyta	5,771	0,9	0,9	1	0,9
Boli	5,188	0,8	0,8	0,8	0,8
Pyta uruguayo	5,182	0,8	0,8	0,8	0,8
Japones	5,287	0,9	0,8	0,9	0,9
Taiwanes	5,499	0,9	0,8	0,8	0,8
Princesa	5,67	0,8	0,7	0,8	0,8
Jety paraguay	5,244	0,7	0,7	0,7	0,7
Andai	5,376	0,9	0,9	0,9	0,9
Ib-011	5,121	0,8	0,8	0,8	0,8
Ib-019	5,682	1,1	1	1	1,
Ib-020	5,308	1	1	1	1
Ib-022	5,158	1,5	1,5	1,5	1,5
Ib-023	5,217	1,1	1,1	1,1	1,1
<b>Promedio</b>					<b>0,9</b>

**Cuadro 12. Porcentaje de Grados Brix**

Genotipo	Grados brix (%)
Morado	18,26
Pyta	16,17
Boli	16,21
Pyta uruguayo	16,51
Japones	16,39
Taiwanes	15,15
Princesa	16,93
Jety paraguay	14,35
Andai	16,74
Ib-011	16,41
Ib-019	20,01
Ib-020	10,05
Ib-022	13,57
Ib-023	13,42
<b>Promedio</b>	<b>15,72</b>

En la Tabla 6, se puede notar que el promedio de contenido de Grados Brix, de los genotipos es de 15,72 %.

Los genotipos que contienen mayor porcentaje son; Pyta, Japones, Taiwanes, Andai e IB 019, como se puede notar en la figura 8.

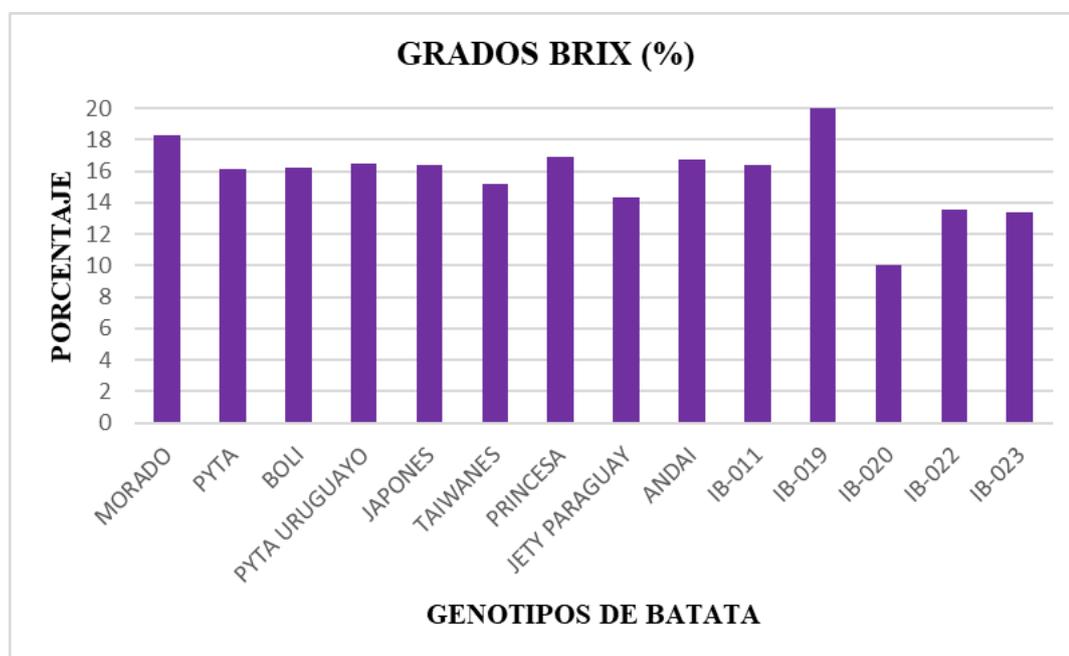


Figura 8: Porcentaje de Grados Brix.

Rodríguez (2018), analizando 5 variedades obtuvo de 6 – 12 % de grados Brix, mientras el promedio de los 14 genotipos, es de 15,72%. Este valor indica que el alto valor de sólidos disueltos de este rubro, que bien pueden ser destinados a la elaboración de dulces y otros productos agroindustriales.

#### 4.2 Análisis histológicos

Las características histológicas y microscópicas de los granos de almidón y de los cristales (drusas de oxalato de Calcio) se exponen a continuación, en el registro fotográfico. Los genotipos no presentan diferencias en la forma de ambos, solo se encontraron variaciones en tamaño y cantidad.

Los granos de almidón presentan forma esférica, con algunos hilum con distintas formas; arco, cruz, estrellado, puntiforme, lineal o cicatriz. Las drusas de oxalato de calcio presentan forma acircular, con las puntas, señalando en todos los lados.

##### - 4.2.1. Variedad Morado

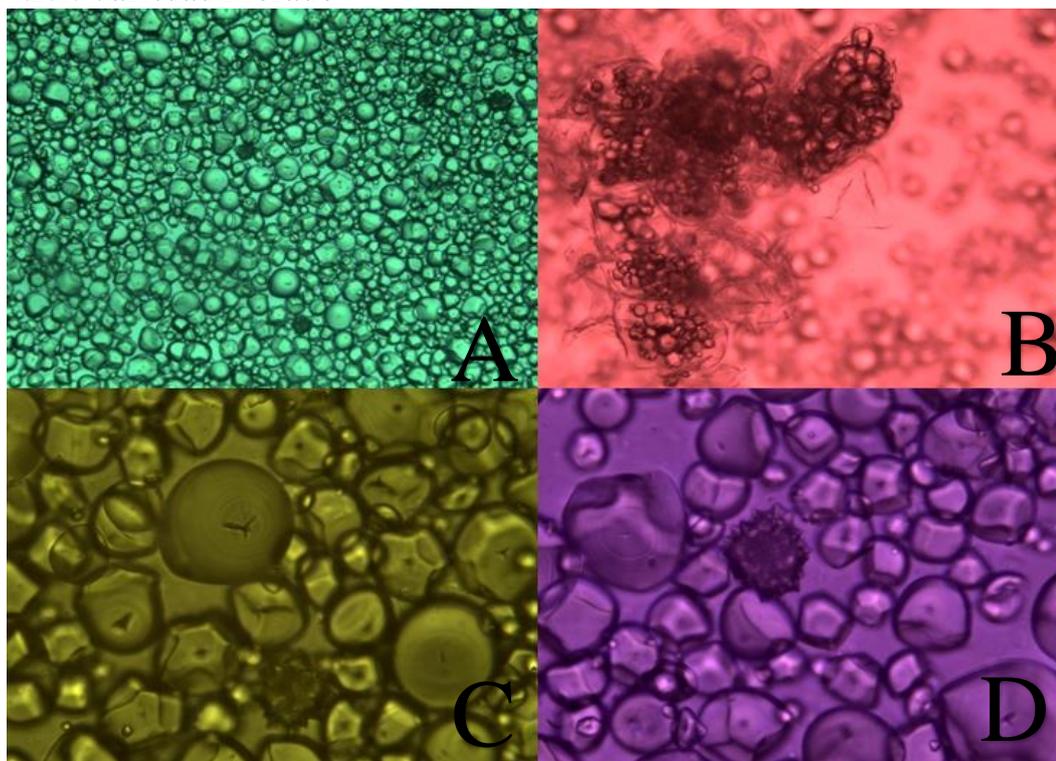


Figura 9: A) Granos de almidón y drusas de oxalato de calcio en aumento 10x. B) Bolsas de granos de almidón. C) Grano de almidón con cicatriz en forma de Y

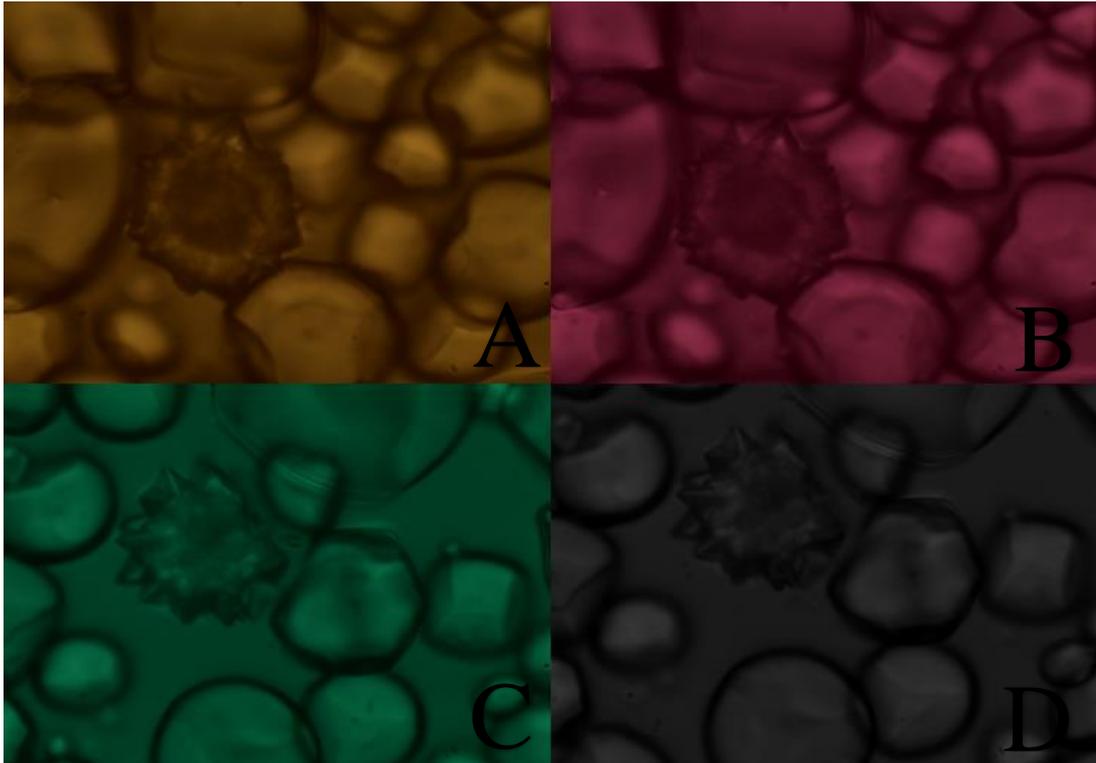


Figura 10: A y B) Drusas de oxalato de Calcio en disposición central en aumento 40x. Granos de almidón con hilum puntiforme. C y D) Drusas en disposición lateral.

#### 4.2.2. Variedad Pyta

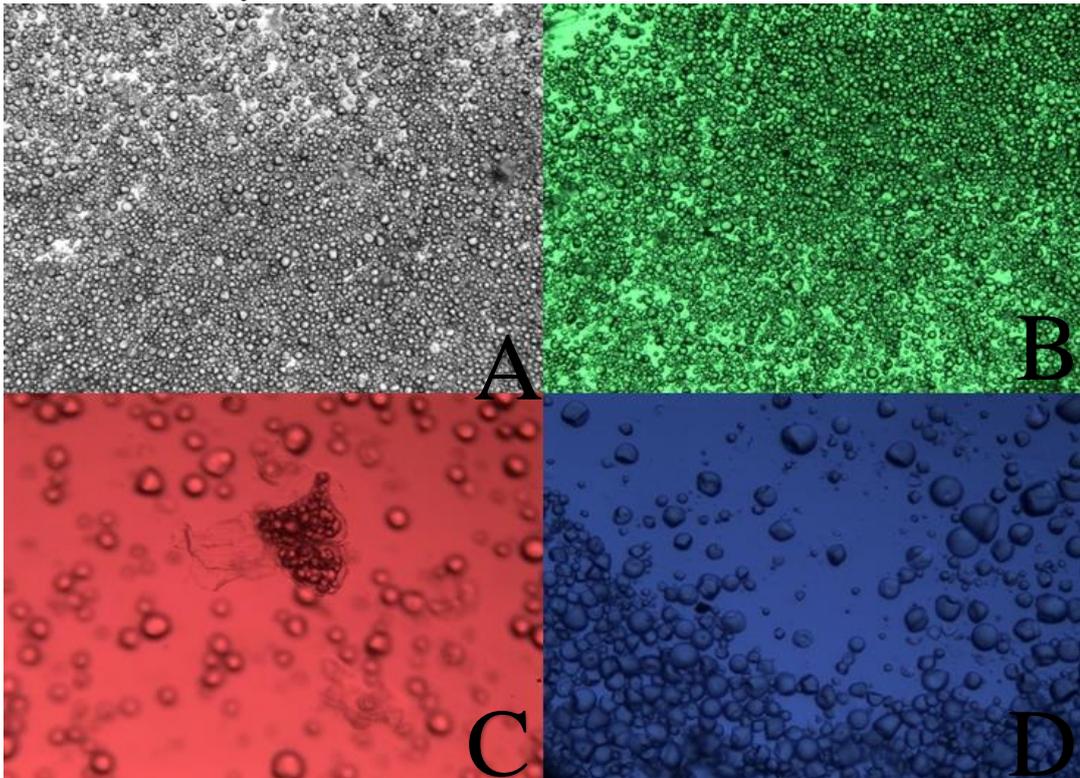


Figura 11: A y B) Granos de almidón en aumento 4x. C) Bolsa de almidón. D) Drusa de tamaño menor, que los granos de almidón.

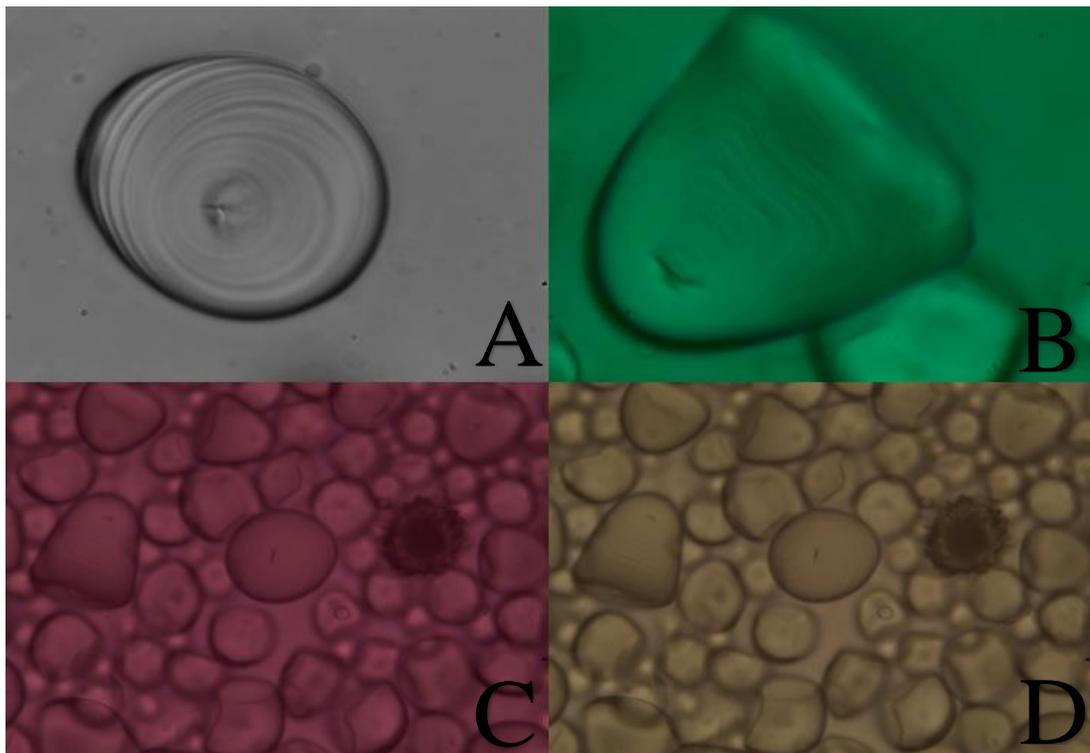


Figura 12: A) Grano de almidón en aumento 100x. B) Grano de almidón con cicatriz. C y D) Granos de almidón enteros, en distintas disposiciones y drusas de oxalato de calcio.

#### 4.2.3. Variedad Boli

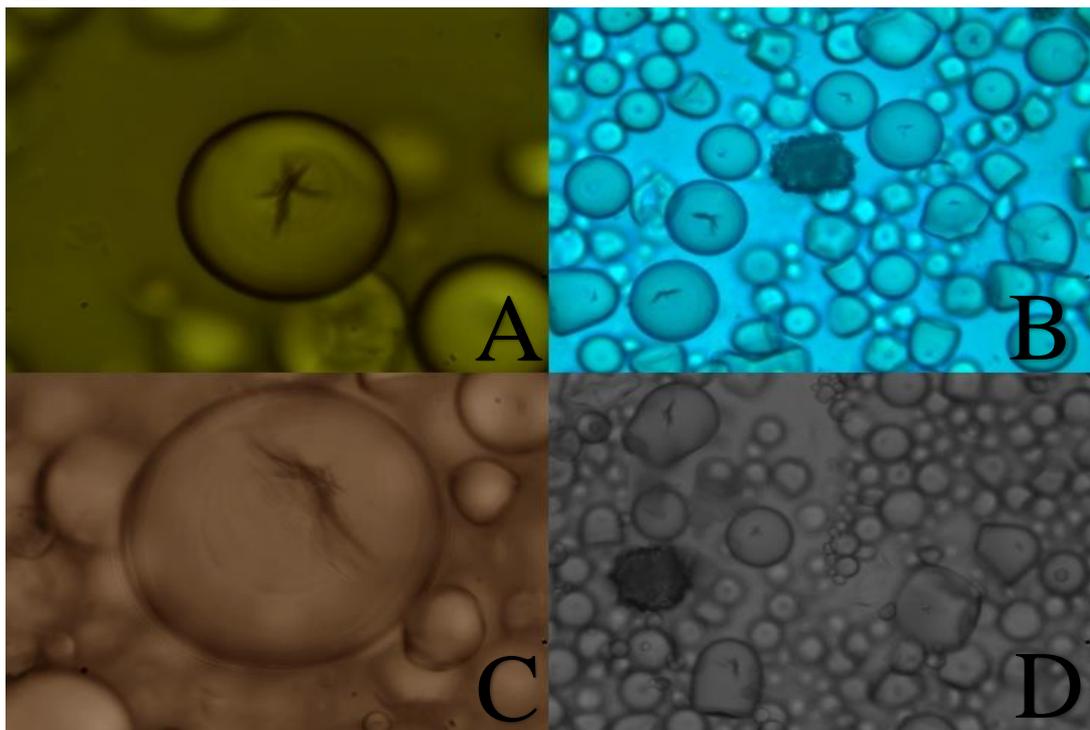


Figura 13: A) Grano de almidón con hilum estrellado. B) Drusa de oxalato de calcio y granos de almidón con cicatriz en forma de Y. C) Grano de almidón en aumento 100x con hilum lineal. D) Granos de almidón en distintos tamaños y disposiciones.

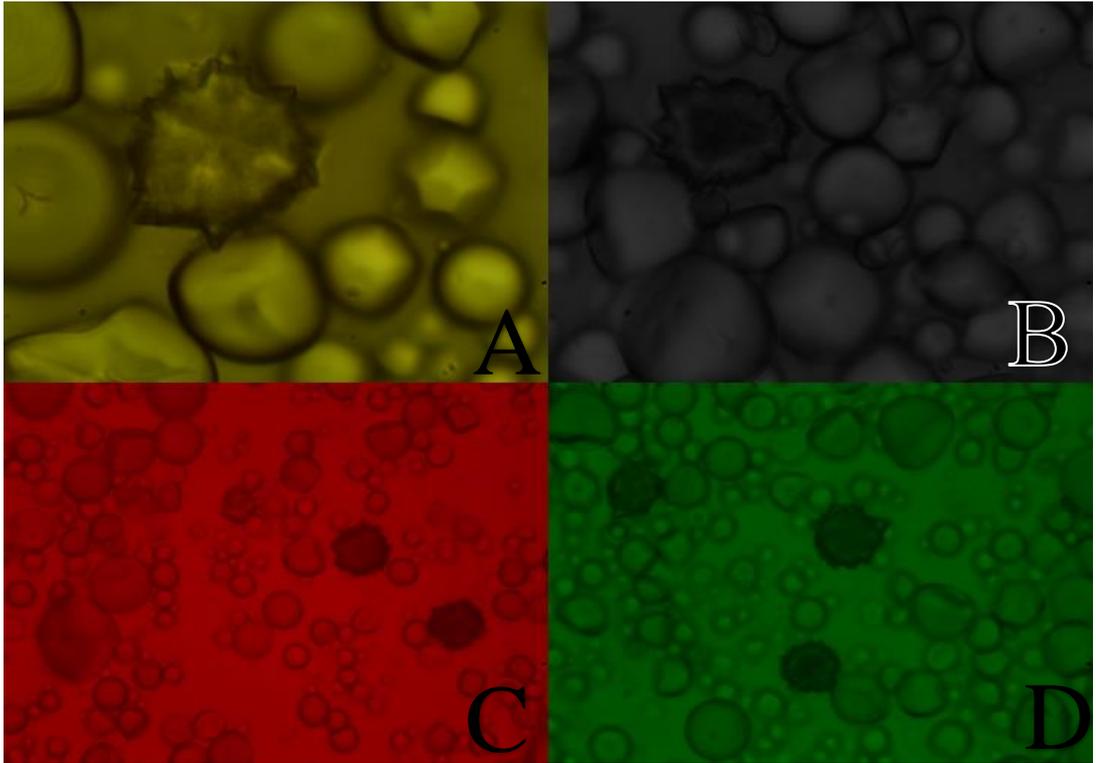


Figura 14: A y B) Drusas de oxalato de calcio en aumento 100x. C y D) Drusas de oxalato de calcio y granos de almidón con distintos hilum; lineal puntiforme y estrellado.

#### 4.2.4. Variedad *Pyta uruguayo*

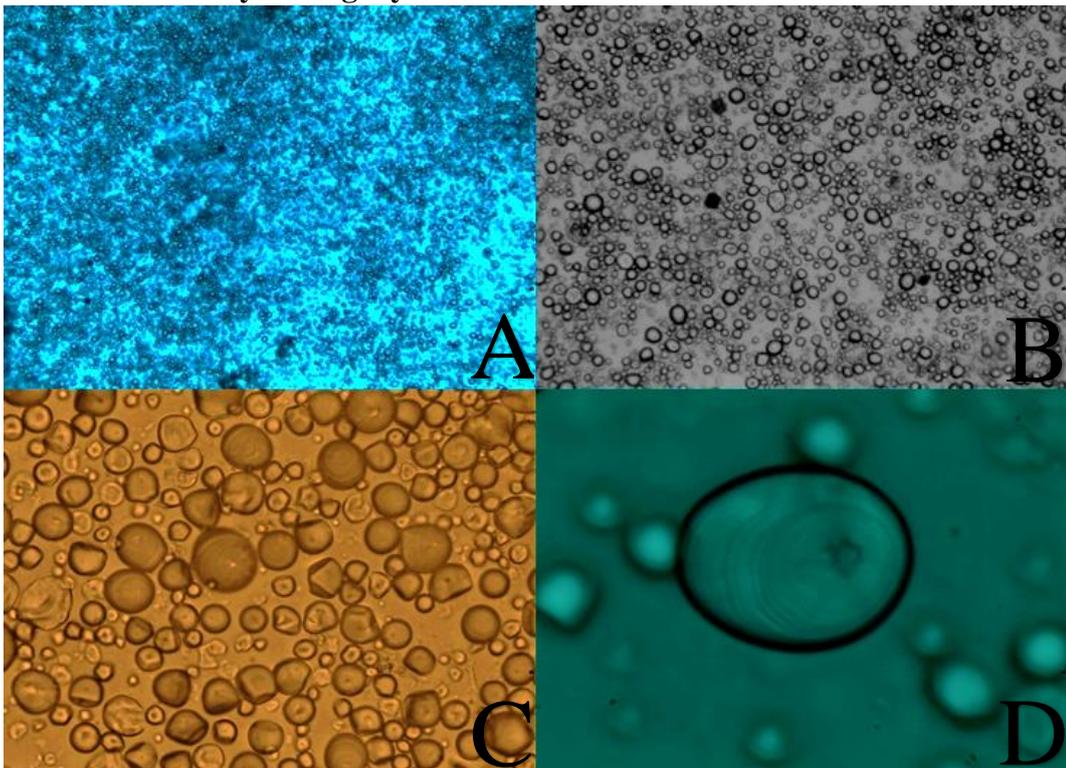


Figura 15: A) Granos de almidón 4x. B) Granos de almidón y drusas de oxalato de Calcio en aumento de 10x. C) Granos de almidón en aumento 40x. D) Grano de almidón en aumento 100x.

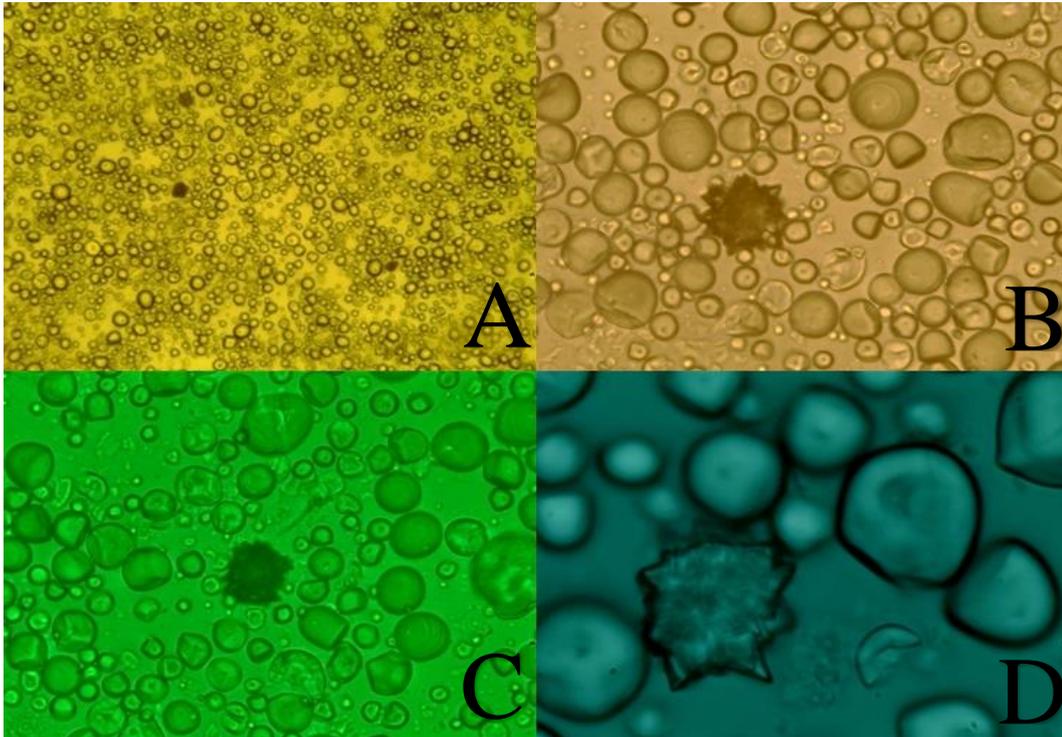


Figura 16: A) Granos y drusas de oxalato de calcio en aumento 10 x. B) Granos de almidón con hilum puntiforme. C) Drusa de oxalato de calcio en aumento 40x. D) Drusa de oxalato de calcio en aumento 100x.

#### 4.2.5. Variedad japonés

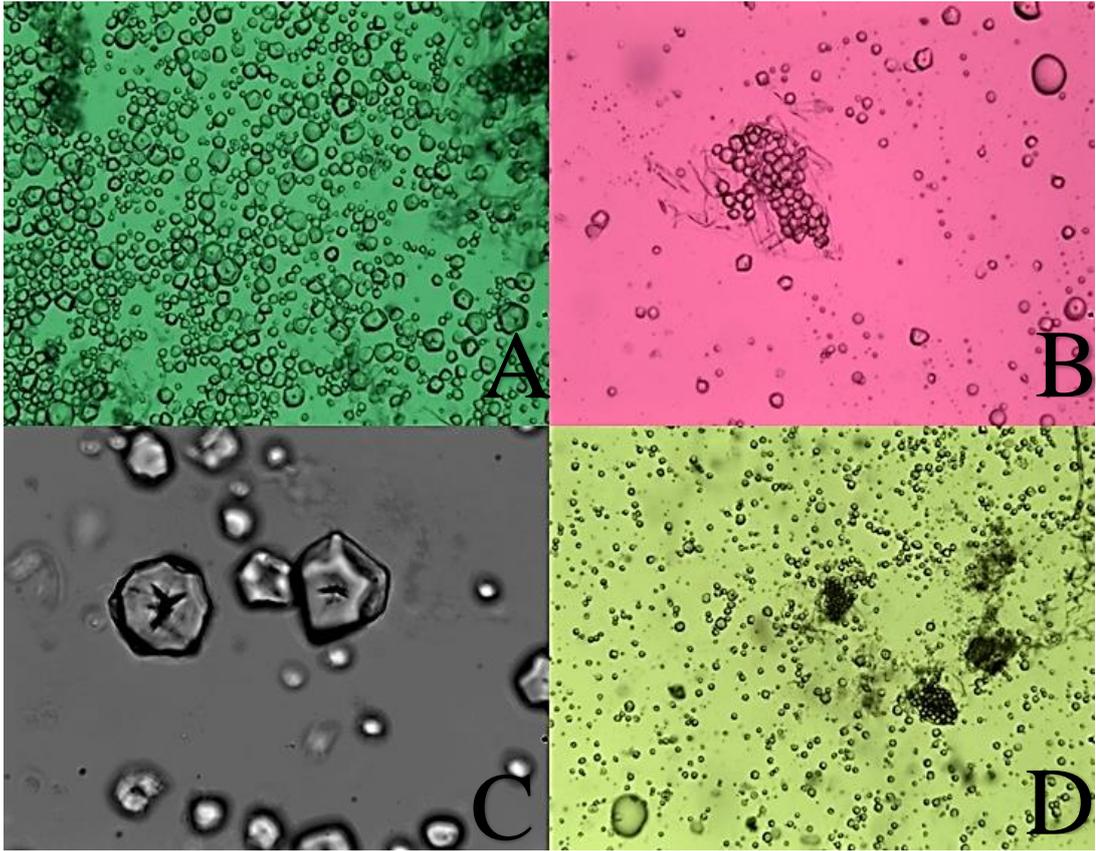


Figura 17: A) Granos de almidón en aumento 10x. B) Bolsa de granos de almidón. C) Granos de almidón con hilum lineal y cicatriz en forma de Y. D) Granos de almidón en aumento 4x.

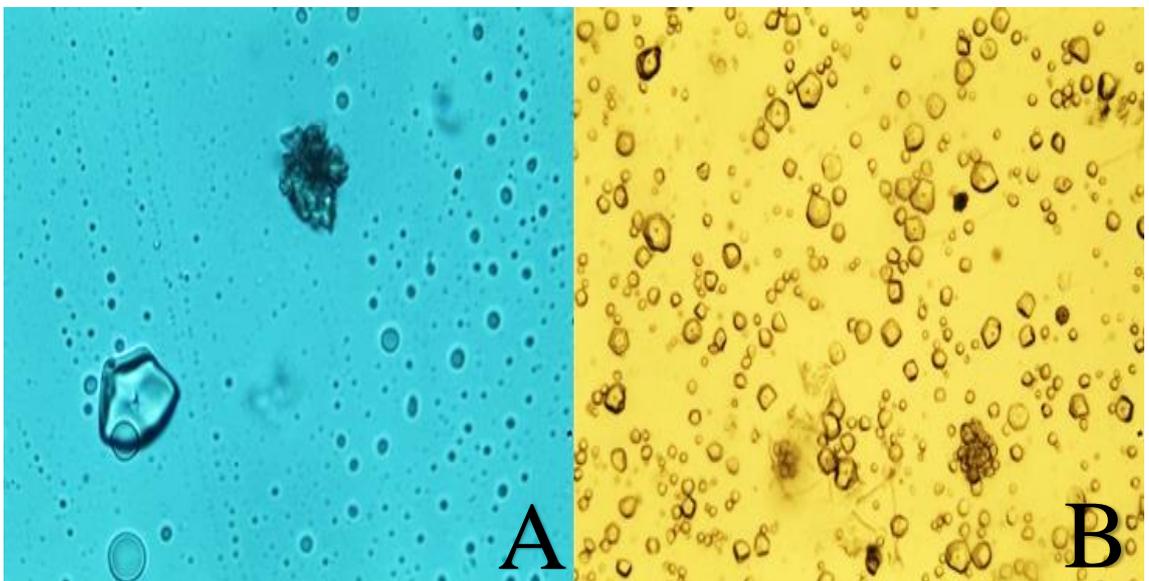


Figura 18: A) Drusa de oxalato de calcio en aumento 40x. B) Granos de almidón y drusas de oxalato de calcio en aumento 10x.

#### 4.2.6. Variedad taiwanés

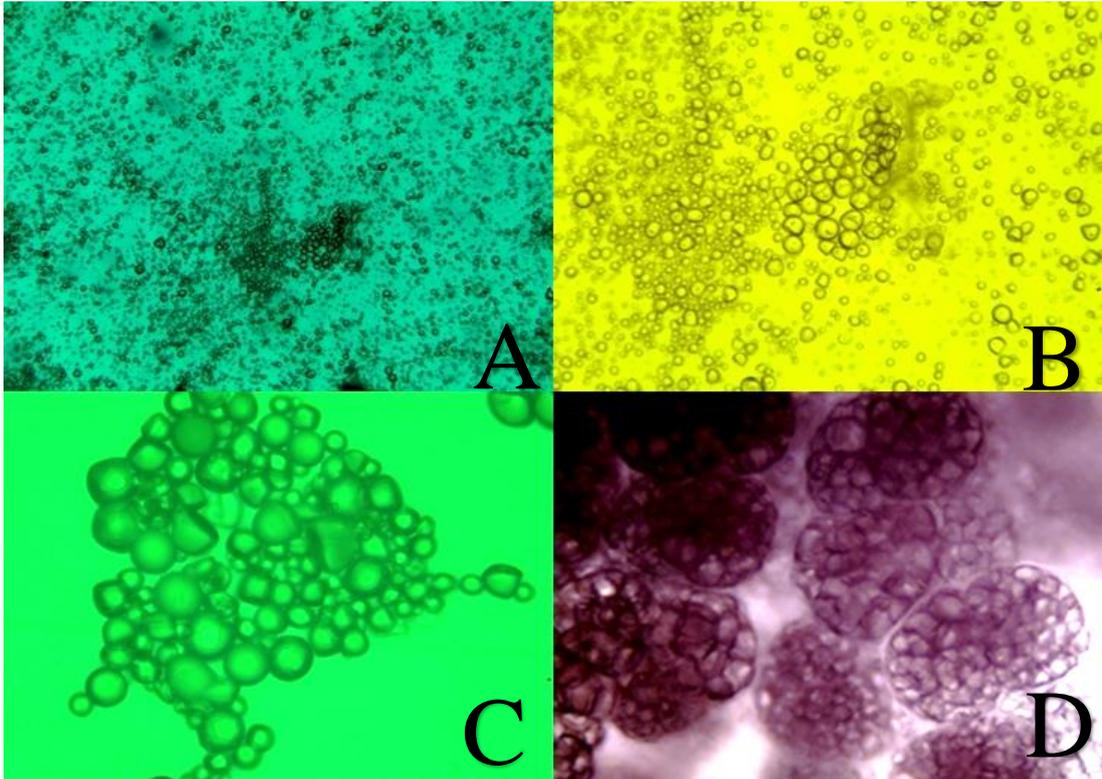


Figura 19: A) Granos de almidón en aumento 4x. B) Granos de almidón en aumento 10x. C) Granos de almidón en aumento 40x. D) Bolsas de granos de almidón.

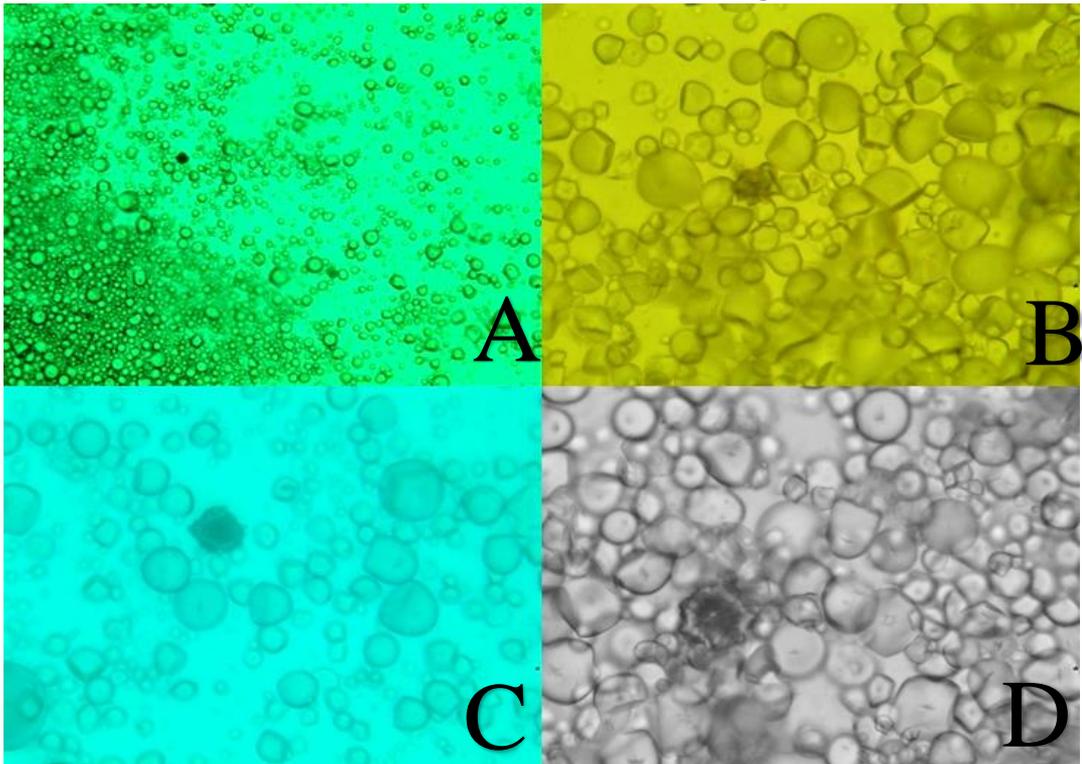


Figura 20: A) Granos de almidón y drusa en aumento 10x. B y C) Drusa de oxalato de calcio. D) Granos con hilum puntiforme

#### 4.2.7. Variedad Princesa

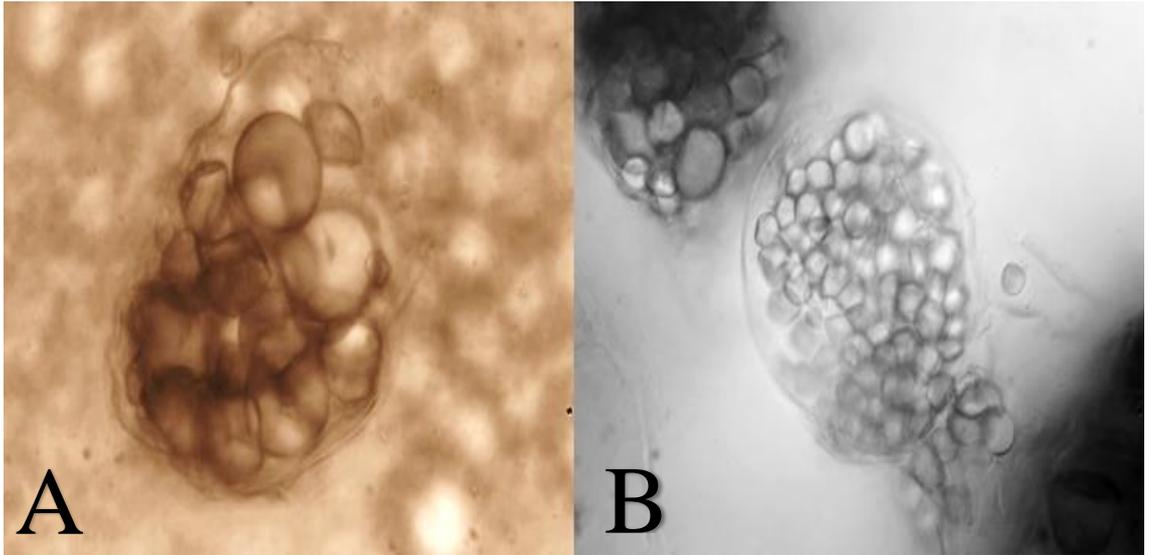


Figura 21: A y B) Bolsas de granos de almidón en aumento 40x.

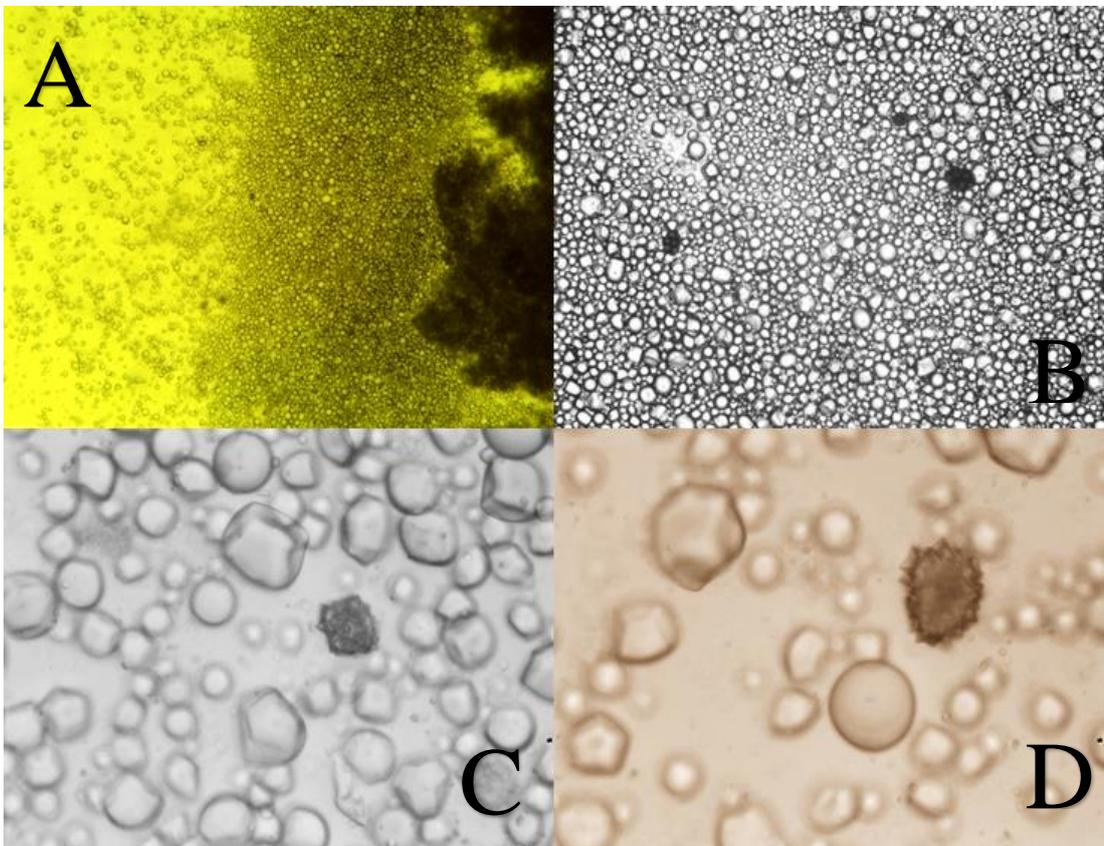


Figura 22: A) Disposición de granos de almidón en aumento 4x. B) Granos de almidón y drusas en aumento 10x. C y D) Granos de almidón y drusas en aumento 40x.

#### 4.2.8. Variedad Jety Paraguay

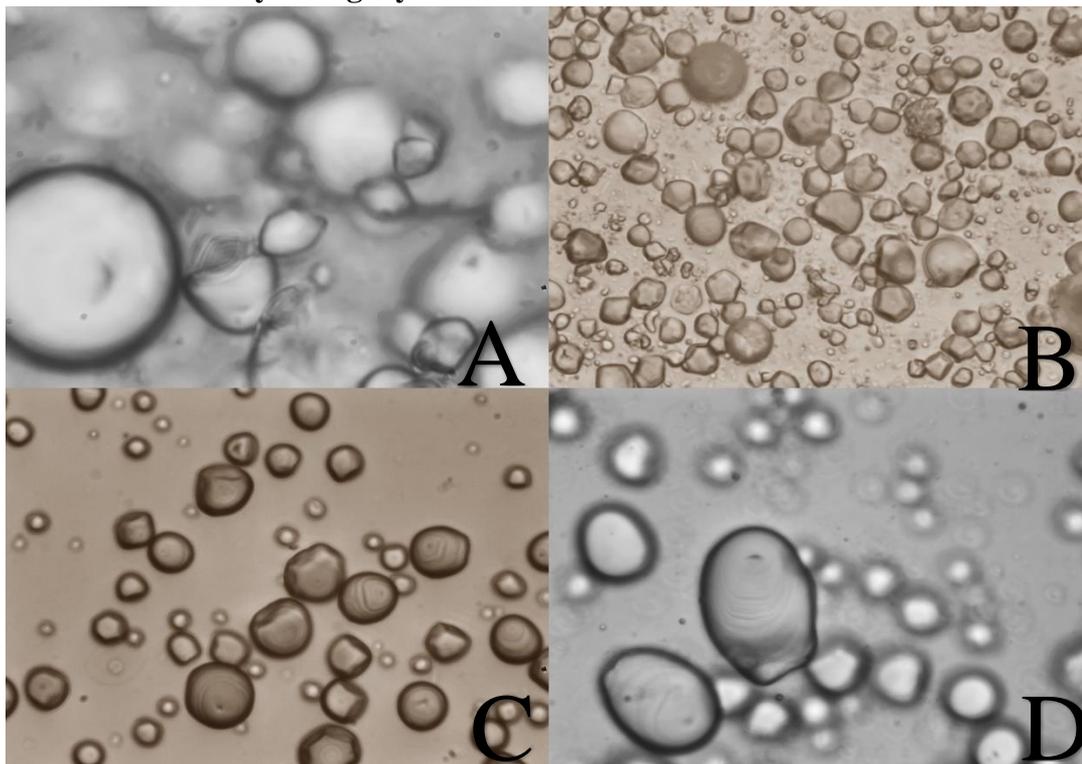


Figura 23: A) Grano de almidón en aumento 100x. B y C) Granos de almidón en aumento 10x. D) Granos de almidón en aumento 40x.

#### 4.2.9. Variedad Andai

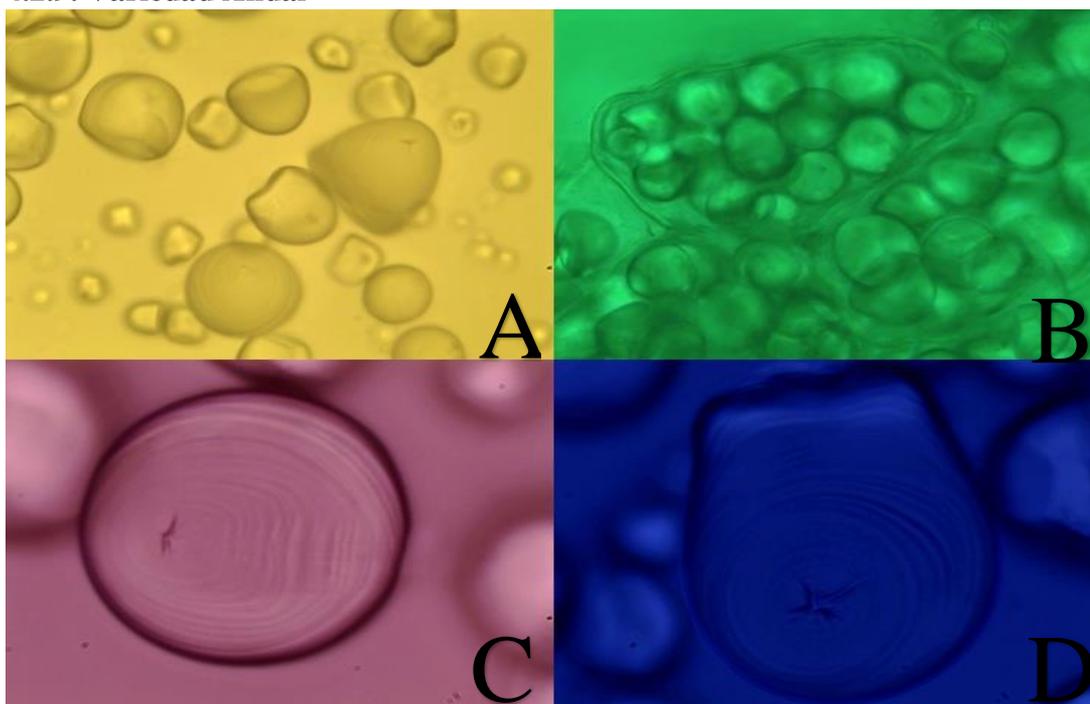


Figura 25: A) Granos de almidón con cicatriz en forma de Y en aumento 40x. B) Bolsas de granos de almidón en aumento 40x. C) Granos de almidón con hilum lineal en aumento 100x. D) Grano de almidón con hilum estrellado en aumento 100x.

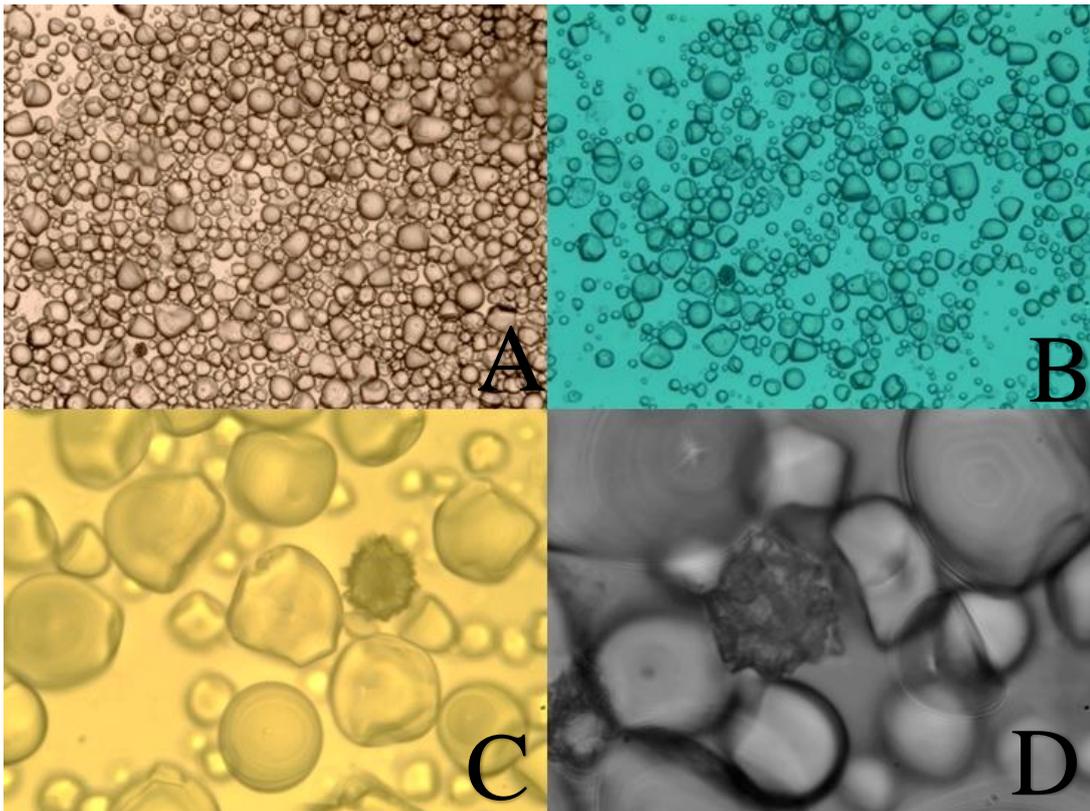


Figura 26: A y B) Granos de almidón y drusas en aumento 10x. C) Las drusas presentan menor tamaño que los granos. D) Drusas de oxalato de calcio en aumento 100x.

#### 4.2.10. Clon Híbrido IB-011

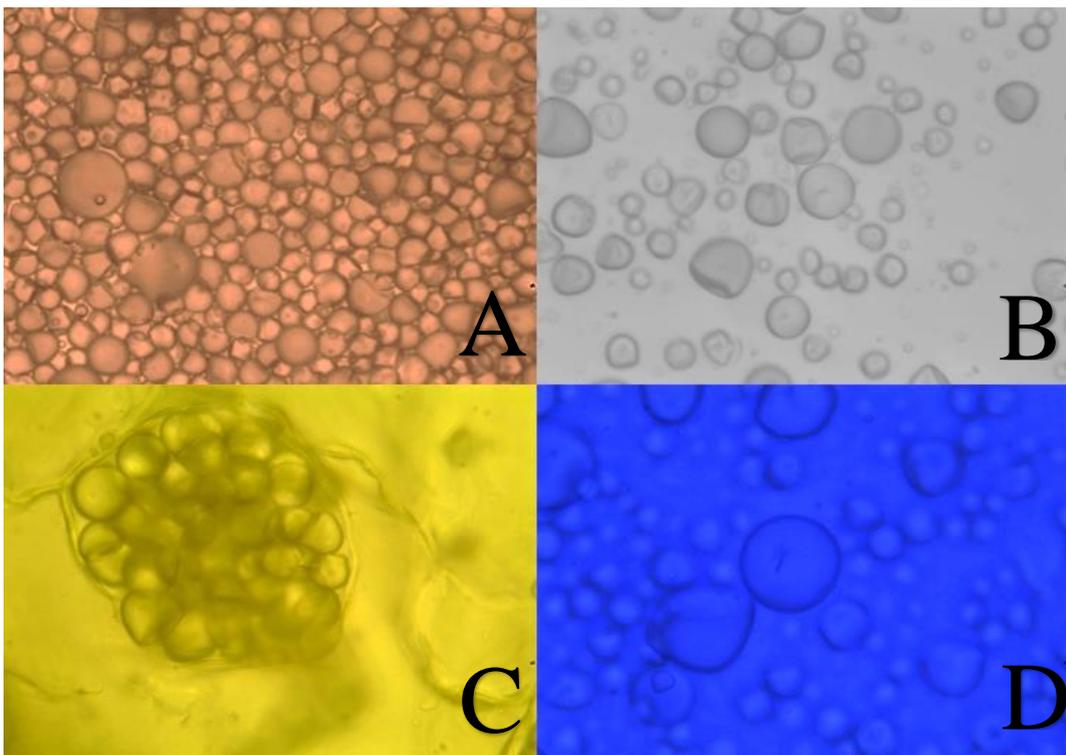


Figura 27: A y B) Granos de almidón en aumento 10x. C) Bolsa de granos de almidón en aumento 40x. D) Granos de almidón con hilum lineal en aumento 40x.

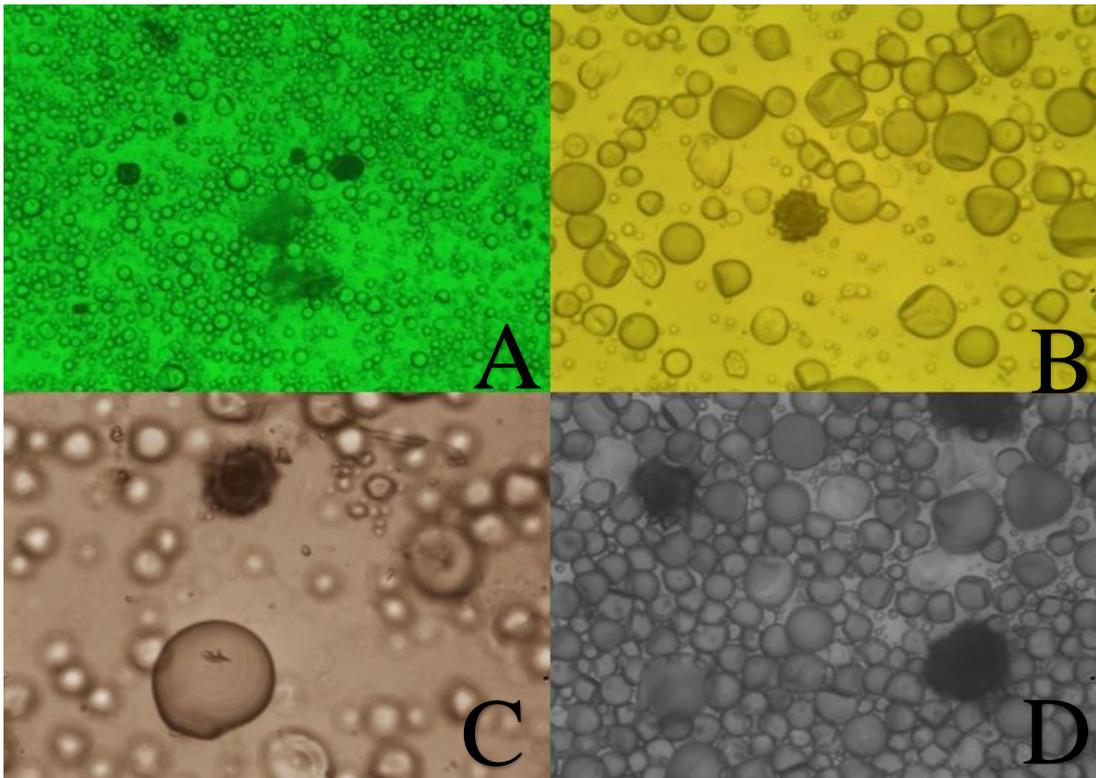


Figura 28: A) Drusas y granos de almidón en aumento 10x. B y D) Drusas presentan mayor tamaño que los granos de almidón. C) Grano de almidón en aumento 40x.

#### 4.2.11. Clon Híbrido IB-019

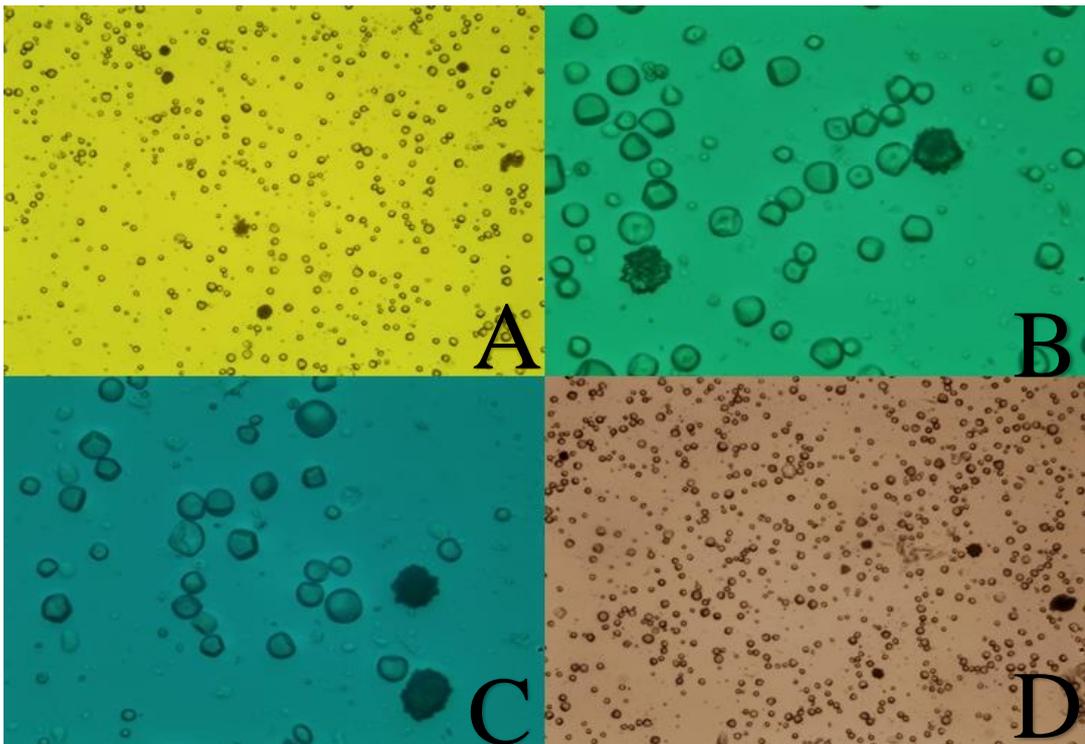


Figura 29: A y D) Drusas y granos de almidón en aumento 4x. B) Granos presentan hilum lineal, puntiforme y cicatrices. C) Las drusas son de mayor tamaño que los granos de almidón.

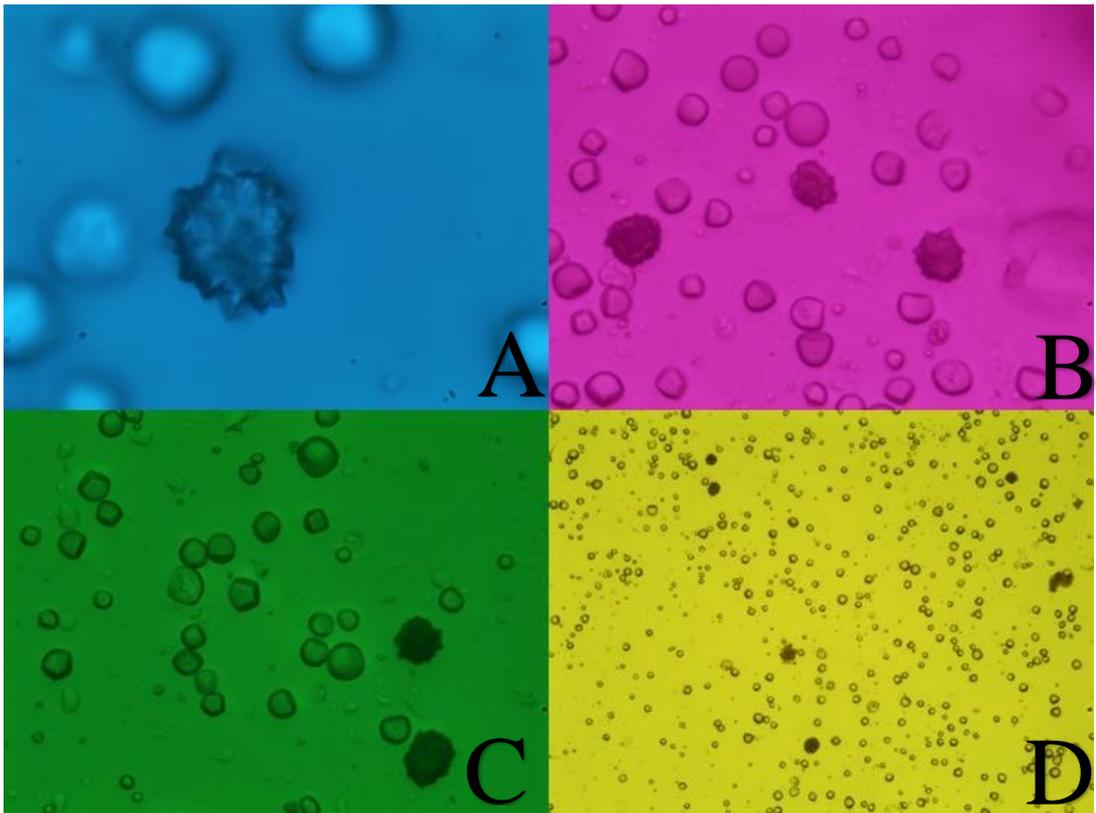


Figura 30: A) Drusa de oxalato de calcio en aumento 100x. B y C) Drusa en aumento 40x. D) Drusas y granos de almidón en aumento 10x.

#### 4.2.12. Clon híbrido IB-020

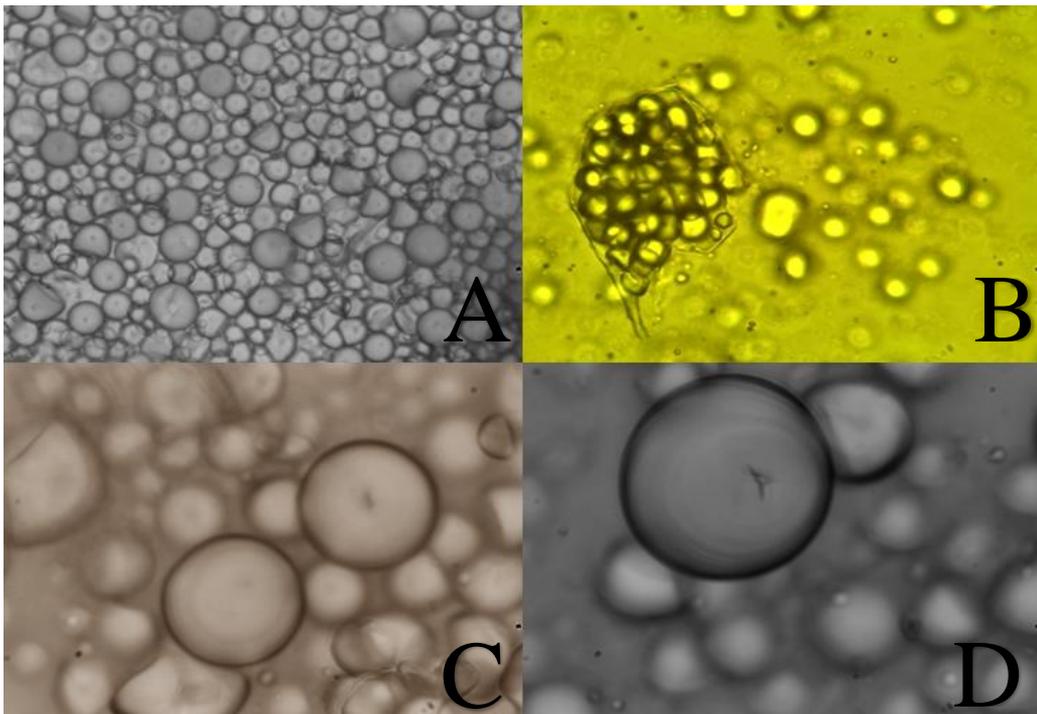


Figura 31: A) Granos de almidón en aumento 40x. B) Bolsa de granos de almidón. C y D) Granos de almidón con hilum lineal en aumento 100x.

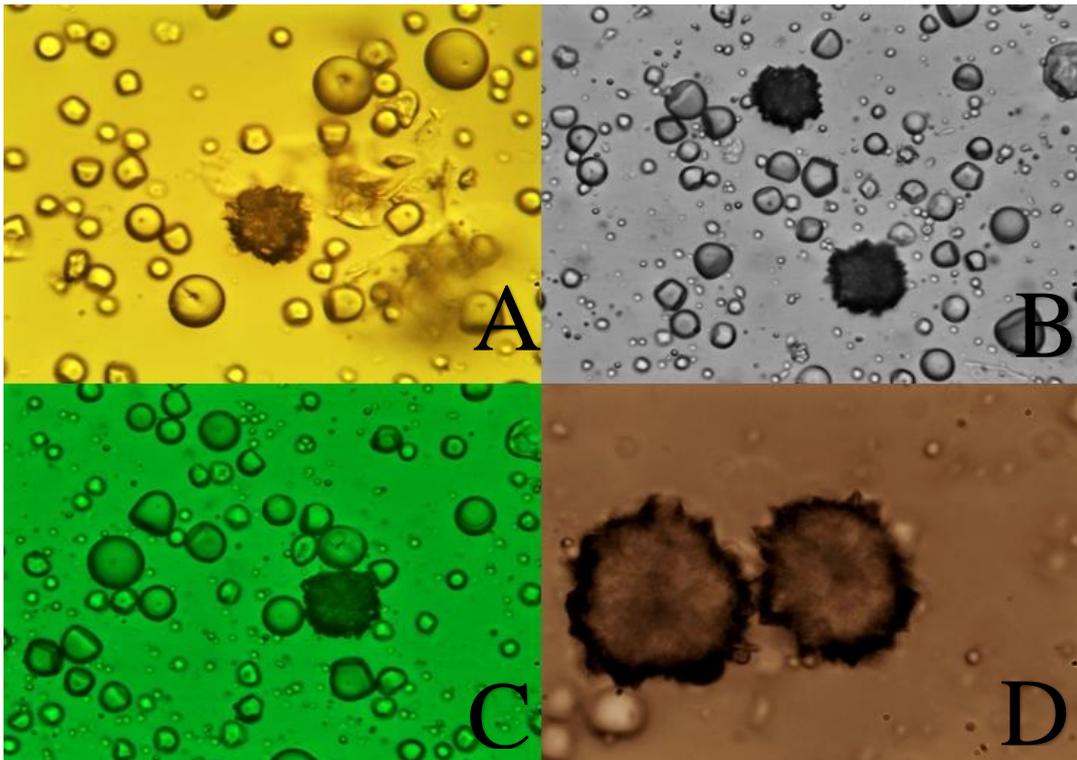


Figura 32: A) Granos de almidón con hilum puntiforme. B y C) Drusas presentan mayor tamaño que los granos de almidón. D) Drusas de oxalato de calcio en aumento 100x

#### 4.2.13. Clon híbrido IB-022

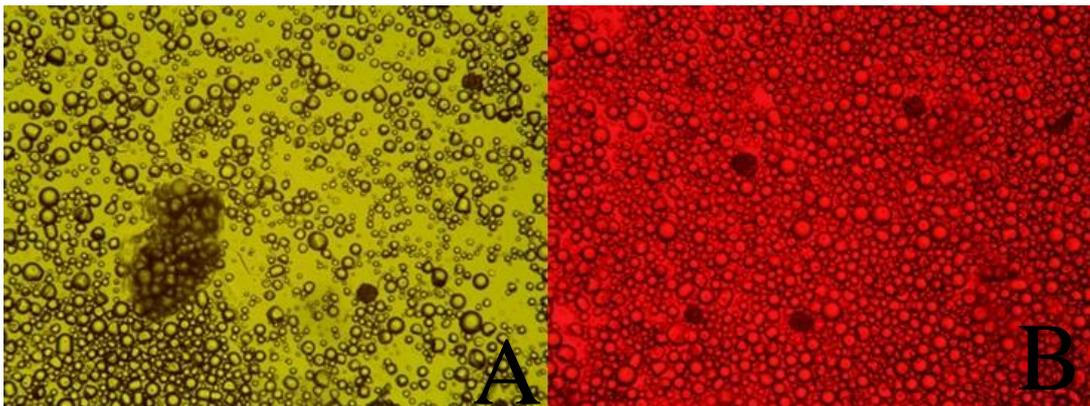


Figura 33. A) Bolsa de granos de almidón en aumento 10x. B) Granos de almidón y drusas en aumento 10x.

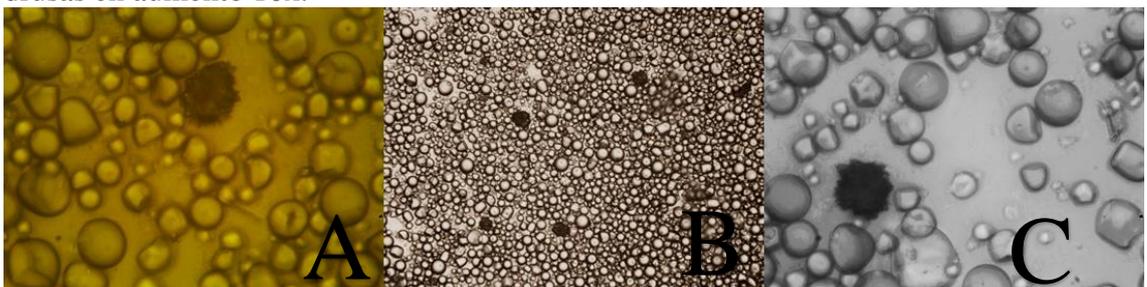


Figura 34: A y C) Drusas de oxalato de Calcio en aumento 40x. B) Las drusas presentan mayor tamaño que los granos almidón.

#### 4.2.14. Clon Híbrido IB-023

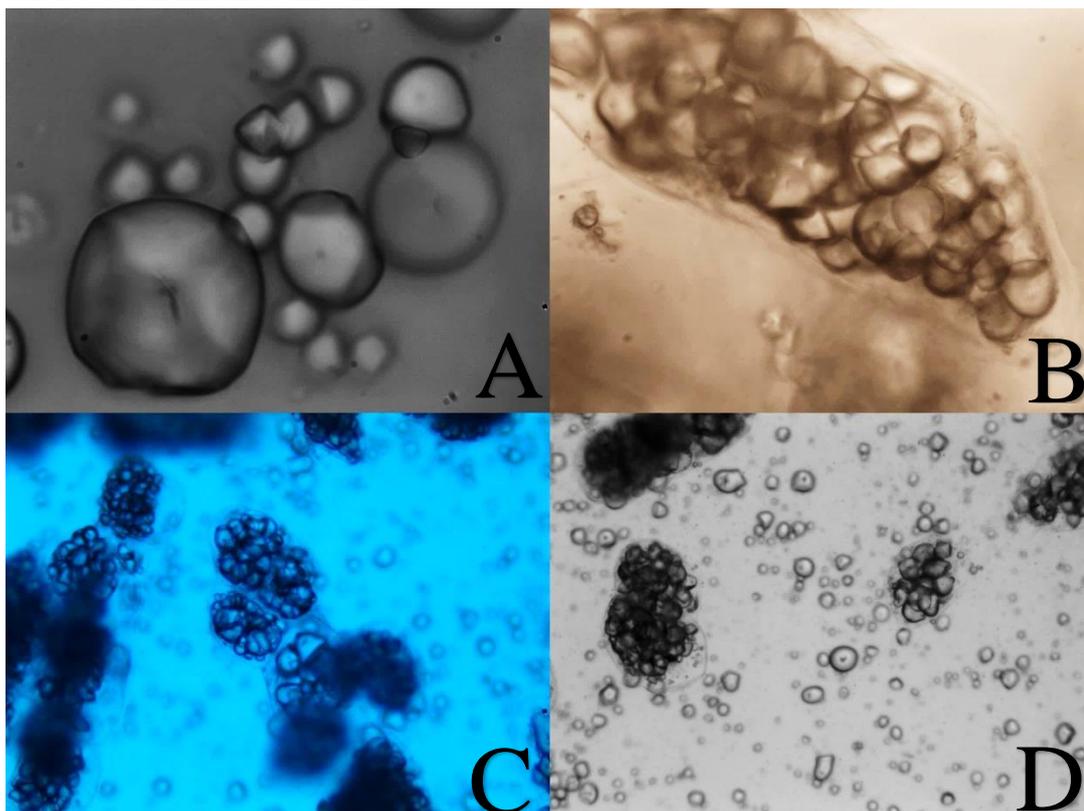


Figura 35: A) Grano de almidón en aumento 100x. B) Bolsa de granos de almidón en aumento 40x. C y D) Disposición en bolsas de granos de almidón en aumento 10x.

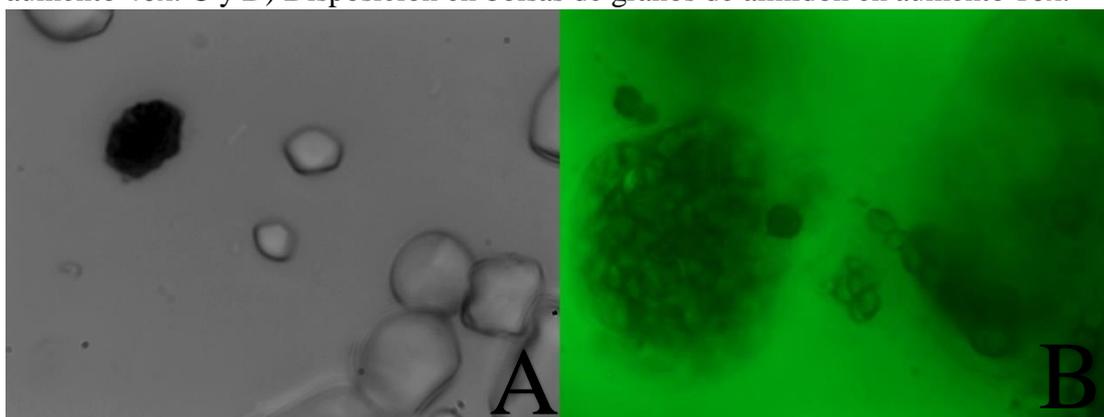


Figura 36) A) Drusa de oxalato de calcio en aumento 40x. B) Drusas de alrededor de bolsas de almidón en aumento 40x.

#### 4.3. Análisis morfológico

La caracterización morfológica vegetal estudia la estructura externa, es decir los órganos que componen el cuerpo de la planta (hojas, tallos, raíces), por lo que la identificación de las raíces, brinda mayor información precisa, acerca de la forma, tamaño y colores que presentan, a la industria de alimentos para tener en cuenta a la hora de procesar, envasar o transportar.

### 4.3.1. Caracterización morfológica

#### a) Variedad Morado

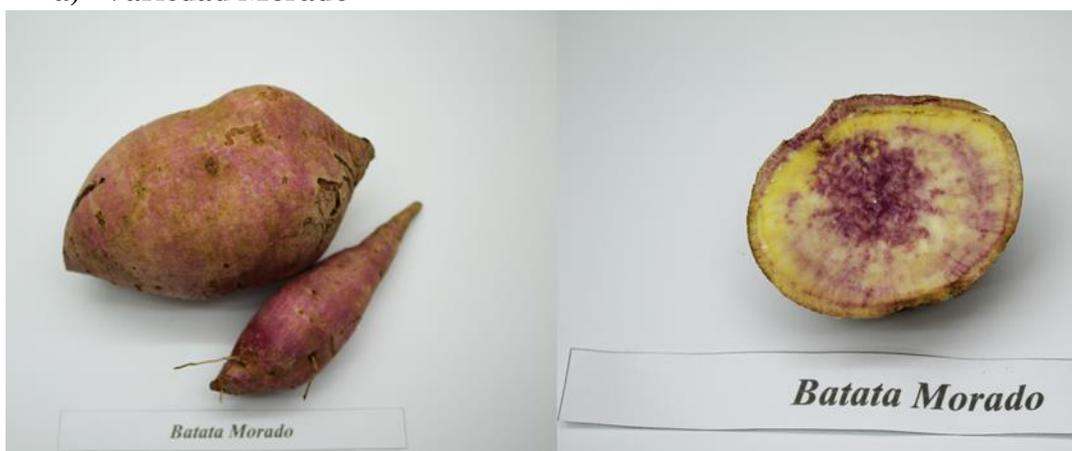


Figura 37: Raíz y pulpa de la variedad Morado

RAIZ	PULPA
Forma: Elíptica Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Fuertemente pigmentado con antocianinas Color secundario: Crema Distribución del color secundario: Anillo ancho en la corteza

#### b) Variedad Pyta



Figura 38: Raíz y pulpa de la variedad Pyta

RAIZ	PULPA
Forma: Larga elíptica Mediano Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Amarillo pálido Color secundario: Rosado Distribución del color secundario: Anillo y otras áreas en la carne

#### c) Variedad Boli



Figura 39: Raíz y pulpa de la variedad Boli

RAIZ	PULPA
Forma: Redonda Superficie: Parecida a cocodrilo Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Amarillo pálido Color secundario: Blanco Distribución del color secundario: Anillo delgado en la pulpa

**d) Variedad Pyta uruguayo.**



Figura 40: Raíz y pulpa de la variedad Pyta uruguayo

RAIZ	PULPA
Forma: Redonda Superficie: Parecida a cocodrilo Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Amarillo pálido Color secundario: Blanco Distribución del color secundario: Anillo delgado en la pulpa

**e) Variedad japones**



Figura 41: Raíz y pulpa de la variedad japonés.

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Rosado, con color secundario amarillo claro	Color predominante: Amarillo Color secundario: Crema Distribución del color secundario: Anillo ancho en la pulpa

**f) Variedad taiwanés**



Figura 42: Raíz y pulpa de la variedad Taiwanés

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Amarillo	Color predominante: Amarillo Color secundario: Anaranjado Distribución del color secundario: Anillo ancho en la corteza

**g) Variedad princesa**



Figura 43: Raíz y pulpa de la variedad Princesa

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Hendiduras longitudinales Tamaño: Mediano Color: Blanco	Color predominante: Blanco Color secundario: Crema Distribución del color secundario: Anillo delgado en la corteza

#### h) Variedad Jety Paraguay



Figura 44: Raíz y pulpa de la variedad Jety Paraguay

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Crema	Color predominante: Blanco Color secundario: Crema Distribución del color secundario: Anillo delgado en la corteza con manchas esparcidas

#### i) Variedad Andai



Figura 45: Raíz y pulpa de la variedad Andai

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Piel de cocodrilo Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Crema Color secundario: Crema oscuro Distribución del color secundario: Anillo delgado en la corteza con manchas esparcidas

**j) Clon Híbrido IB 011**



Figura 46: Raíz y pulpa del clon híbrido IB 011

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Constricciones horizontales Tamaño: Mediano Color: Morado	Color predominante: Crema Color secundario: Blanco Distribución del color secundario: Anillo ancho en la pulpa

**k) Clon Híbrido IB 019**



Figura 47: Raíz y pulpa del clon híbrido IB 019

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Constricciones horizontales Tamaño: Mediano Color: Amarillo	Color predominante: Amarillo Color secundario: Amarillo pálido Distribución del color secundario: Anillo central en la pulpa

**l) Clon híbrido IB 020**



Figura 48: Raíz y pulpa del clon híbrido IB 020

RAIZ	PULPA
Forma: Redondo elíptico Superficie: Constricciones horizontales Tamaño: Mediano Color: Amarillo	Color predominante: Crema Color secundario: Amarillo pálido Distribución del color secundario: Anillo ancho en la pulpa

**m) Clon Híbrido IB 022**



Figura 49: Raíz y pulpa del clon híbrido IB 022

RAIZ	PULPA
Forma: Largo elíptica Superficie: Lisa con algunas venas Tamaño: Mediano Color: Amarillo	Color predominante: Crema Color secundario: Blanco Distribución del color secundario: Anillo delgado en la pulpa

**n) Clon Híbrido IB 023**



Figura 50: Raíz y pulpa del clon híbrido IB 023

RAIZ	PULPA
Forma: Obovada Superficie: Lisa Tamaño: Mediano Color: Amarillo	Color predominante: Crema Color secundario: Amarillo pálido Distribución del color secundario: Anillo ancho en la corteza

### 4.3.2. Caracterización de colores

Los genotipos se sometieron a análisis de colorimetría digital, en el espacio CIELAB, donde se obtuvo una gama de colores para las raíces y las pulpas de cada genotipo.

En la figura 51, se puede notar las distintas gamas de colores que poseen las raíces de las batatas, que barca los tonos; verde, amarillo, naranja y morado.

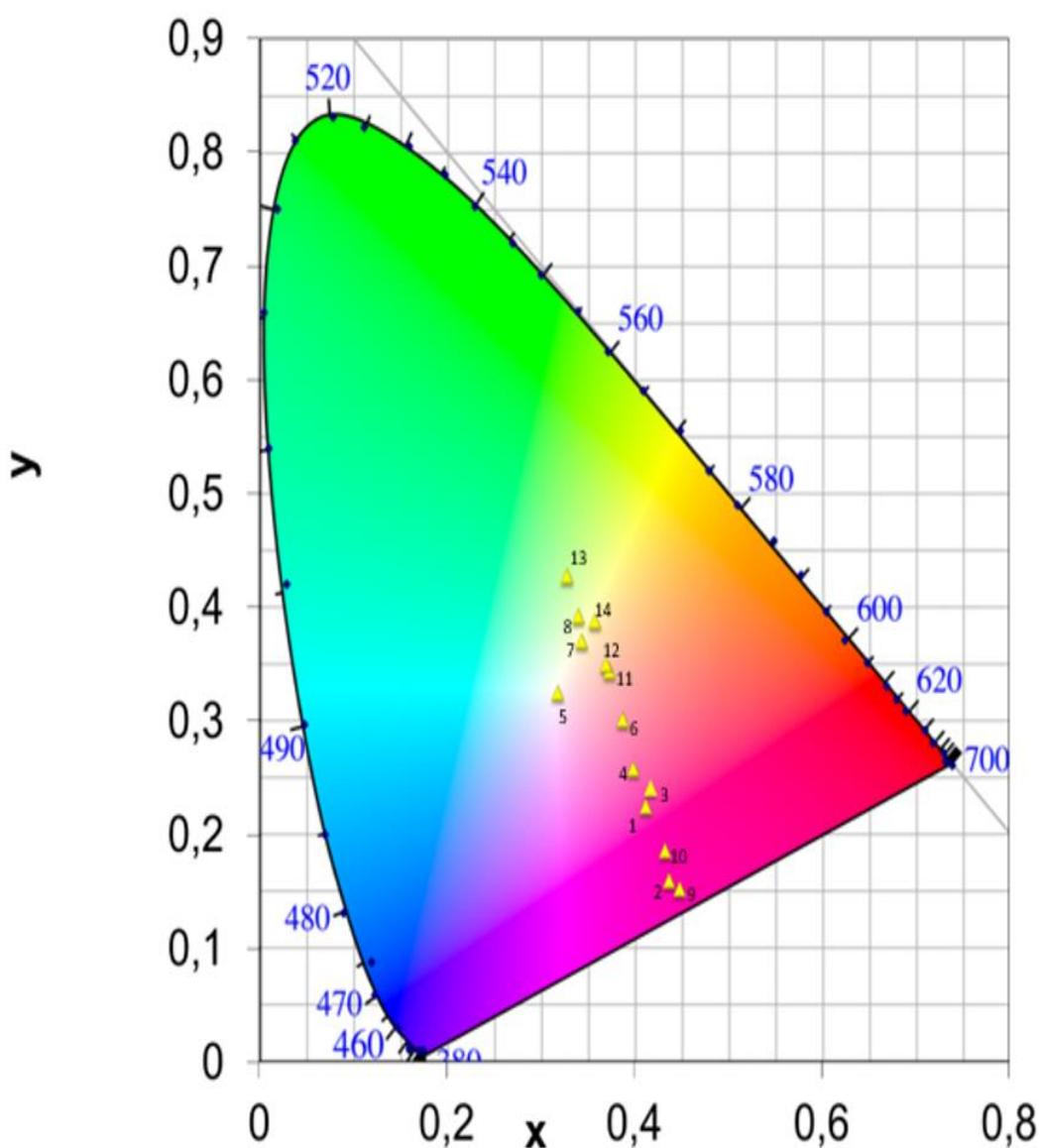


Figura 51: Análisis del Espacio CIELAB de las raíces de las batatas.

Referencias: 1) Morado. 2) Pyta. 3) Boli. 4) Pyta uruguayo. 5) Japonés. 6) Taiwanés. 7) Princesa. 8) Jety Paraguay. 9) Andai. 10) IB 011. 11) IB 019. 12) IB 020. 13) IB 022. 14) IB 023

En la Figura 52, se puede notar como las principales tonalidades de las pulpas son; crema, amarillo, naranja y morado.

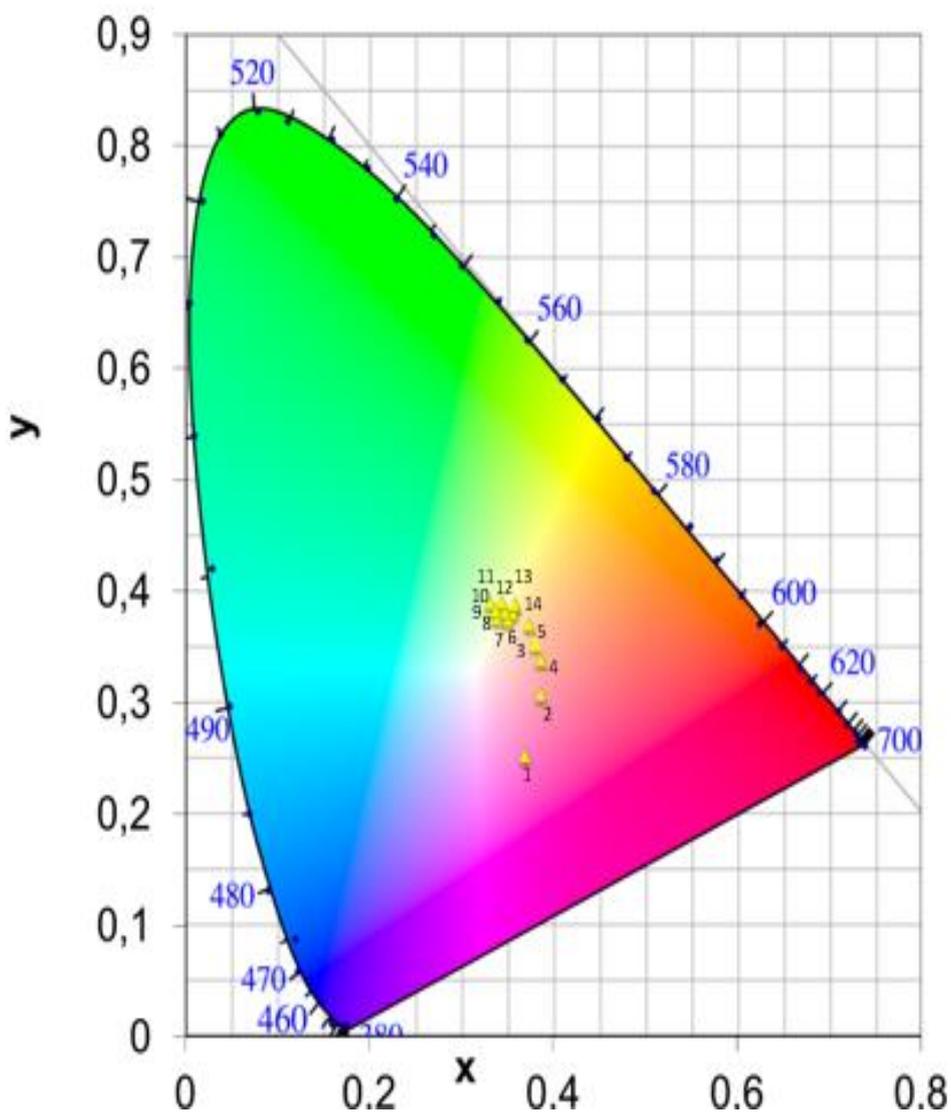


Figura 52: Análisis del Espacio CIELAB de las pulpas de las batatas.

Referencias: 1) Morado. 2) Pyta. 3) Boli. 4) Pyta uruguayo. 5) Japonés. 6) Taiwanés. 7) Princesa. 8) Jety Paraguay. 9) Andai. 10) IB 011. 11) IB 019. 12) IB 020. 13) IB 022. 14) IB 023

#### 4.4. Análisis de vida útil

El análisis de vida útil, se basa en determinar las características que afectan la seguridad y calidad de los alimentos, para poder estimar el tiempo de la comercialización y consumo apto.

Para conocer la vida útil de los genotipos de batatas, se tuvo en cuenta los factores principales; el peso, la textura y los cambios que se pueden presentar en la superficie, por causa de golpes, microorganismos o por el ambiente de almacenamiento.

#### 4.4.1. Peso

El registro de la pérdida de peso, se realizó tres veces por semana, durante 30 días. Para luego calcular la pérdida de peso diaria y total. El promedio de la temperatura ambiente registrada durante el periodo de análisis fue de 22.05 °C, mientras que para la temperatura de refrigeración fue de 6°C.

En el Cuadro 13, se puede apreciar que, en temperatura ambiente, el promedio registrado de pérdida de peso diaria fue de 0,36%, mientras que el promedio de pérdida total 10,82 %, lo que indica la alta sensibilidad al medio ambiente.

Según el SIMA (Servicio de Información de Mercados Agropecuarios), la batata se comercializa a Gs. 2000, el kilo, en el Mercado de Abasto de Asunción (aunque este precio es muy variante, dependiendo de la oferta, calidad y época del año), y en algunos supermercados precios que van desde Gs 5000 a 8000 Gs por kilo).

**Cuadro 13. Pérdida de peso de genotipos de batata a temperatura ambiente**

Pérdida de peso temperatura ambiente		
Genotipos	Pérdida de peso diario (%)	Pérdida de peso total(%)
Morado	0,30	8,97
Pyta	0,14	4,19
Boli	0,19	5,61
Pyta uruguayo	0,47	14,2
Japones	0,47	14,18
Taiwanes	0,42	12,67
Princesa	0,32	9,57
Jety paraguay	0,56	16,84
Andai	0,26	7,78
Ib 011	0,41	12,37
Ib 019	0,27	8,23
Ib 020	0,64	19,15
Ib 022	0,34	10,18
IB 023	0,25	7,55
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,36</b>	<b>10,82</b>

El precio promedio anual de la batata es aproximadamente Gs 5000 por kilo, teniendo en cuenta el porcentaje de pérdida promedio total, esto representaría Gs 541.000 por cada tonelada de batata.

Los genotipos que presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso en temperatura ambiente son; pyta uruguayo, japonés, taiwanés, jety Paraguay, IB 011 e IB 020, con porcentajes mayores al 10%. Mientras que las variedades pyta y boli mostraron menor porcentaje de pérdida, menor que el 5%.

**Cuadro 14. Pérdida de peso de genotipos de batatas a temperatura refrigeración**

Pérdida de peso temperatura refrigeración		
Batata	Perdida de peso diario (%)	Perdida de peso total(%)
Morado	0,01	0,4
Pyta	0,02	0,67
Boli	0,13	3,85
Pyta uruguayo	0,10	2,93
Japones	0,11	3,21
Taiwanés	0,15	4,37
Princesa	0,02	0,47
Jety paraguay	0,04	1,1
Andai	0,09	2,71
Ib 011	0,09	2,75
Ib 019	0,11	3,22
Ib 020	0,10	2,86
Ib 022	0,08	2,49
Ib 023	0,04	1,3
<b>Promedio</b>	<b>0,08</b>	<b>2,31</b>

En el Cuadro 14, se muestran los promedios de las pérdidas de peso diario y pérdida de peso total que son 0,08% y 2,31%, respectivamente. Merma menor a la registrada a temperatura ambiente.

Los genotipos que presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso en temperatura de refrigeración son; boli, japonés y taiwanés, con porcentajes mayores al 3%.

García et al 2014, mencionan que la pérdida diaria de peso a temperatura ambiente de 30°C, fue de 2,51% y la pérdida diaria temperatura de refrigeración fue de 0,66%., a 13°C.

#### 4.4.2. Textura

La textura es un atributo de calidad crítica en la selección de alimentos frescos, por lo que la manipulación y el procesado involucran desafíos especiales a la industria, ya que el consumidor se ha formado opciones específicas con respecto a la textura.

La textura, se puede conocer mediante una evaluación sensorial o medidas instrumentales, como en este caso. Es importante conocer esta cualidad de las raíces de batatas, ya que incide en la aplicación culinaria y su utilización industrial.

Cuadro 15. Comportamiento de la textura de 14 genotipos de batatas en temperatura ambiente

Genotipo	Condición Inicial (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Condición Final (Kgf/cm <sup>2</sup> )
Morado	7,97	9,60
Pyta	8,28	6,60
Boli	6,39	5,82 <sup>a</sup>
Pyta uruguayo	8,62	10,3
Japones	9,21	7,80
Taiwanés	9,93	11,77
Princesa	8,28	8,93
Jety paraguay	10,06	12,65
Andai	8,60	9,67
Ib 011	7,55	8,91
Ib 019	8,34	7,52
Ib 020	7,73	8,37
Ib 022	7,27	10,9
Ib 023	8,19	7,76 <sup>b</sup>

En el Cuadro 15, se puede notar que las variedades; Morado, Pyta uruguayo, Taiwanés, Princesa, Jety Paraguay, Andai, y los clones híbridos IB 011, IB 020 e IB 022, aumentaron en kgf/cm<sup>2</sup>, por lo que puede afirmar que se endurecieron. Esto puede deberse a diversos factores, principalmente la pérdida de agua, que ocasiona la deshidratación de los tejidos durante el almacenamiento.

Las variedades Pyta, Boli, Japonés, y los clones híbridos IB 019 e IB 023 disminuyeron en Kgf/cm<sup>2</sup>, lo cual indica que se produjo ablandamiento, que se puede

haberse dado por la presencia de microorganismos o porque las raíces son más susceptible a la humedad

Cuadro 16. Comportamiento de la textura de las de 14 genotipos batatas en temperatura de refrigeración.

Genotipos	Condición Inicial (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Condición Final (Kgf/cm <sup>2</sup> )
Morado	8	9,80
Pyta	8,05	6,75
Boli	7,90	5,72
Pyta uruguayo	8,99	8,53
Japones	8,49	7,39
Taiwanes	6,92	6,52
Princesa	7,08	8,85
Jety paraguay	8,61	8,65
Andai	7,38	9,69
Ib 011	8,18	8,42
Ib 019	8,27	10,6
Ib 020	7,90	7,67
Ib 022	7,85	10,8
Ib 023	8,64	7,72

En el cuadro 16, se puede observar que 7 genotipos sufrieron endurecimiento; Morado, Princesa, Jety Paraguay, Andai, IB 011, IB 019 e IB 022, mientras que otros 7 presentaron textura blanda; Pyta, Boli, Pyta uruguayo, Japones, Taiwanes, IB 020 e IB 023.

Aunque mayor es la cantidad e genotipos que presentaron textura blanda, en comparación de las raíces a temperatura ambiente, la diferencia de kgf/cm<sup>2</sup> no es tan significativa, entre la condición inicial y final, ay que presentan menor variación.

Un factor incidente es que el equipo utilizado, realiza refrigeración húmeda, lo que explica, el mayor número de raíces blandas, en comparación de las raíces a temperatura ambiente. Esto también demuestra la alta susceptibilidad de la batata a la humedad.

García et al. 2014, menciona que las batatas a temperatura ambiente, durante 30 días, tienden a incrementar su endurecimiento.

#### 4.4.3. Daños en la superficie

Existen diferentes tipos de daños que se pueden dar durante el almacenamiento, debido a diversos factores.

Los daños registrados en las raíces de batata son; por los golpes sufridos durante la cosecha, por la susceptibilidad a los factores del ambiente; temperatura y humedad, y microorganismos.

**Cuadro 17. Daños registrados en almacenamiento ambiente de genotipos de batatas**

Condición de almacenamiento: ambiente	
Día 1	Raíces sanas, enteras, textura firme, con algunos daños físicos causados en el momento de la cosecha, sin daños por microorganismos
Día 7	Todas las raíces presentan deshidratación, pérdida de color, acentuación de las cicatrices La variedad Boli presenta microorganismos en la superficie de la raíz.
Día 11	Mayor decoloración, grietas marcadas y resaltantes Empiezan a tener brotes Arrugamiento de la superficie Oscurecimiento de la piel Olor desagradable y textura blanda
Día 21	Presencia de microorganismos en la superficie Oscurecimiento de la raíz Necrosis Presencia de brotes Pérdida de color
Día 30	Deshidratación, pérdida de pigmentación, cicatrices profundas, ataque de microorganismos, oscurecimiento

**Cuadro 18. Daños registrados en almacenamiento refrigerado de genotipos de batatas**

Condición de almacenamiento: refrigeración	
Día 1	Raíces sanas, enteras, textura firme, con algunos daños físicos causados en el momento de la cosecha, sin daños por microorganismos
Día 7	La superficie de algunas raíces empiezan a liberar agua
Día 11	Oscurecimiento de la raíz Olor desagradable Oscurecimiento de las cicatrices
Día 21	Presencia de microorganismos Textura blanda Superficie pegajosa y húmeda
Día 30	Las raíces con superficie oscura, húmeda y pegajosa

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos y en las condiciones en que se realizó la investigación; se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Las características fisicoquímicas de las batatas analizadas presentan un alto contenido de humedad, lo que indica que es un rubro perecedero. Posee una cantidad alta de materia seca, lo que supone su potencial industrial como materia prima, para industrias de alimentos.

En cuanto a contenido de ceniza, presenta un nivel importante, siendo una opción como fuente de nutrientes para la alimentación humana, destacándose la variedad Morado con el mayor contenido de ceniza.

El clon híbrido IB 019 el mayor porcentaje, presenta mayor porcentaje de grado Brix, ideal para su aprovechamiento industrial para la elaboración de dulces y productos afines.

Las características histológicas de los genotipos refuerzan los datos para caracterizar botánicamente a las batatas mediante las drusas de oxalato de calcio, mientras que, conociendo la descripción de los granos de almidón, se pudo entender el comportamiento de este para su uso industrial, ya que su tamaño y cantidad, influyen en sus propiedades funcionales.

Las características morfológicas, determinaron que las batatas presentan gran diversidad en forma, tamaño y colores (raíz y pulpa). En cuanto a la pigmentación, debido a sus cualidades nutraceuticas se puede incluir al rubro entre los alimentos biofortificados.

El tiempo de vida útil estimado para las condiciones ambientales de comercialización habituales de la batata en los puntos de venta fue de una semana, pudiendo aumentar la vida poscosecha a un mes, si se almacena en ambiente refrigerado en seco, sin perder la cadena de frío, en el punto de comercialización.

Las características descritas en la presente investigación, demuestran el gran potencial de la batata, como materia prima para la industria agroalimentaria, lo que la convierte en un rubro de interés potencial, posibilitando aumentar su cultivo, así como su industrialización, permitiendo aportar valor agregado, diversificación al mercado nacional y aumento de oferta al consumidor.

### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar otra investigación para conocer, que características morfológicas prefiere la industria y los consumidores.

Se recomienda seguir investigando sobre el rubro, para potenciar su cultivo, industrialización y consumo; las mismas podrían ser acerca del rendimiento industrial, el proceso de obtención de alcohol, la caracterización del almidón, la obtención de pigmentos naturales y el desarrollo y análisis de aceptabilidad de los productos procesados a base de batata.

## 6. REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

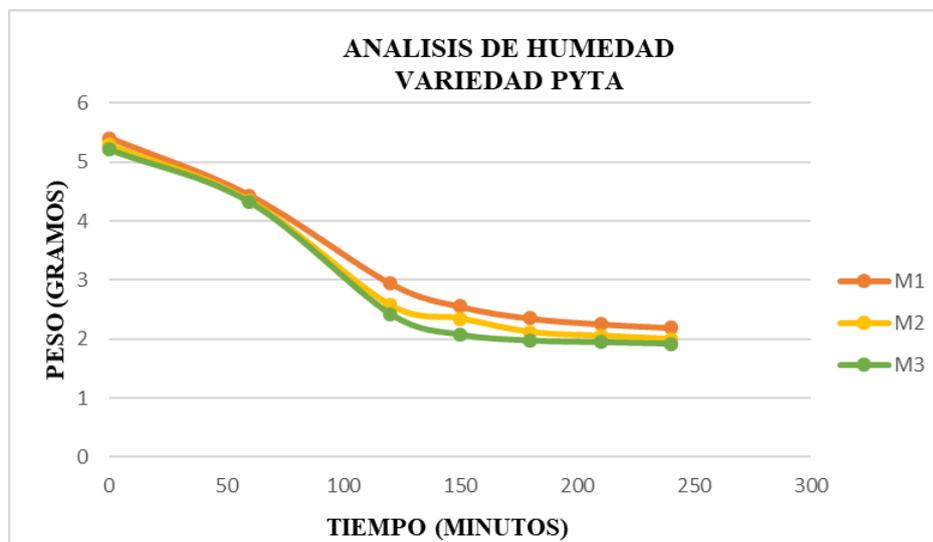
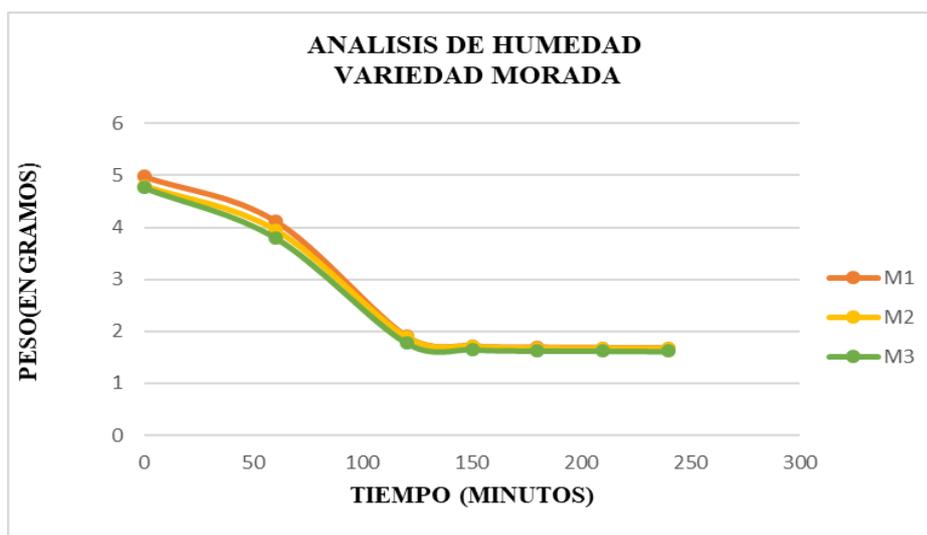
- Achata A, Fano G, Goyas H, Chiang O, Andrade M. 1990. El Camote (Batata) en el Sistema Alimentario de Perú: El caso de Valle de Cañete. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 63 p.
- Artiles G, Herrera N, Gimenez H. Metodología de la investigación. (2005) (en línea) Mexico. Consultado: 20 set 2017. Disponible: <http://www.pucesi.edu.ec/web/wp-content/uploads/2016/04/Hern%C3%A1ndez-Sampieri-R.-Fern%C3%A1ndez-Collado-C.-y-Baptista-Lucio-P.-2003.-Metodolog%C3%ADa-de-la-investigaci%C3%B3n.-M%C3%A9xico-McGraw-Hill-PDF.-Descarga-en-1%C3%ADnea.pdf>
- A. KRÜSS Optronic (2004) Refractómetro: Medición Brix en la industria de bebidas y zumos (en línea). Alemania. Consultado 18 ago 2017. Disponible en: <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07>
- Badui S. 2006. Química de los alimentos. Cuarta edición. México. Pearson Educación. 736 p.
- Baltes W. 2007. Química de los alimentos. Springer – Verlag. Zaragoza, España. Acribia S.A. 476 p.
- Barberan. T. 2003. Los polifenoles de los alimentos y la salud. Alimentación, Nutrición y Salud. 10 (2): 41-53.
- Bareiro J. 2015. Batata: raíces y hojas para múltiples usos. Revista Técnica Enlace Agrario. San Lorenzo, PY. Set 1: 16-17.
- Carrillo M, Reyes A.(2013) Vida útil de los alimentos (en línea) Consultado: 17 mar 2018. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5063620.pdf>
- Castro L. 2011. El cultivo de la batata: una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de climas cálidos (en línea) Colombia. Servicio Nacional de Aprendizaje – Sociedad de Agricultores de Colombia. Consultado 20 ago 2017. Disponible en: <http://www.sac.org.co/images/contenidos/Cartillas/Cartilla%20Batata.pdf>.
- Centro Internacional de la Papa (2015) El Camote y la Nutrición. (en línea) Lima, Perú. Consultado: 10 set 2017 Disponible: <https://cipotato.org/es/sweetpotato>

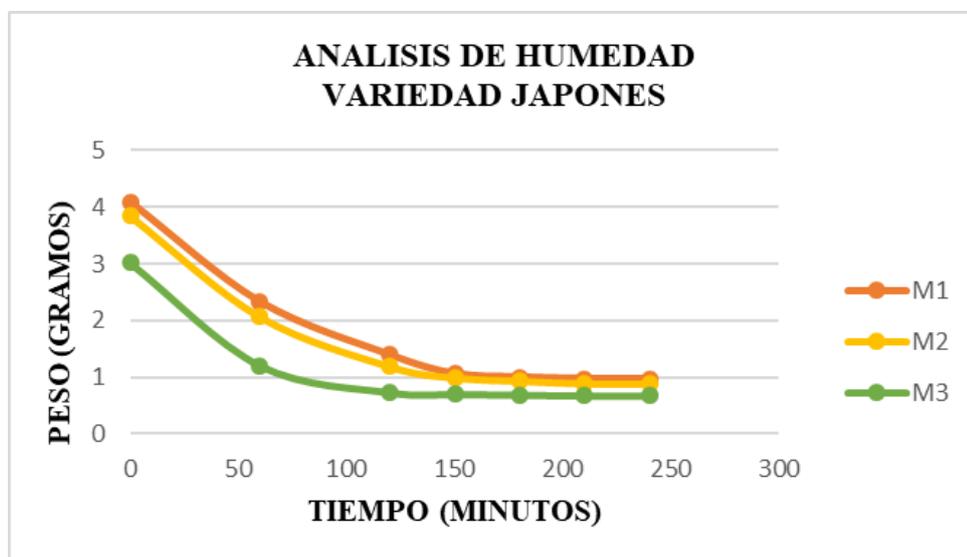
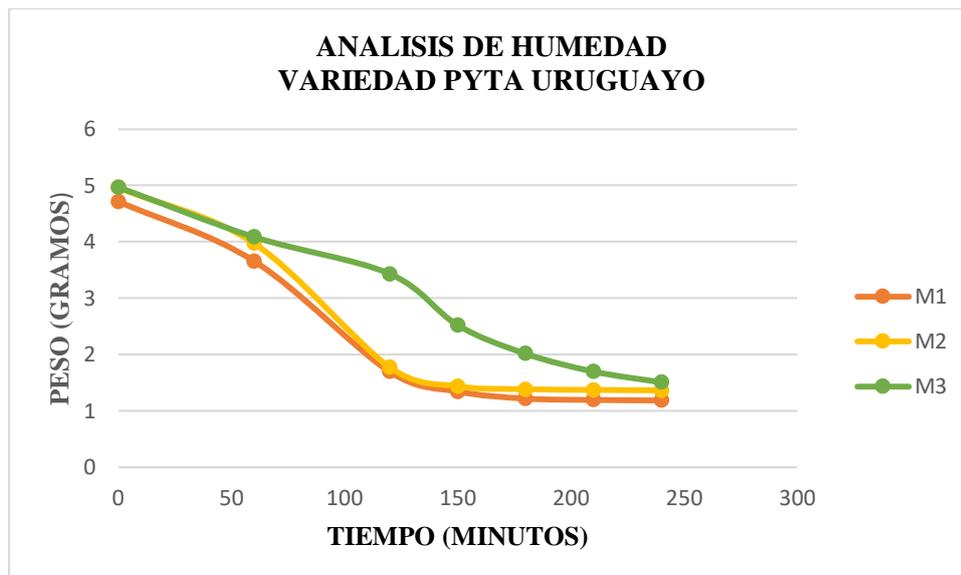
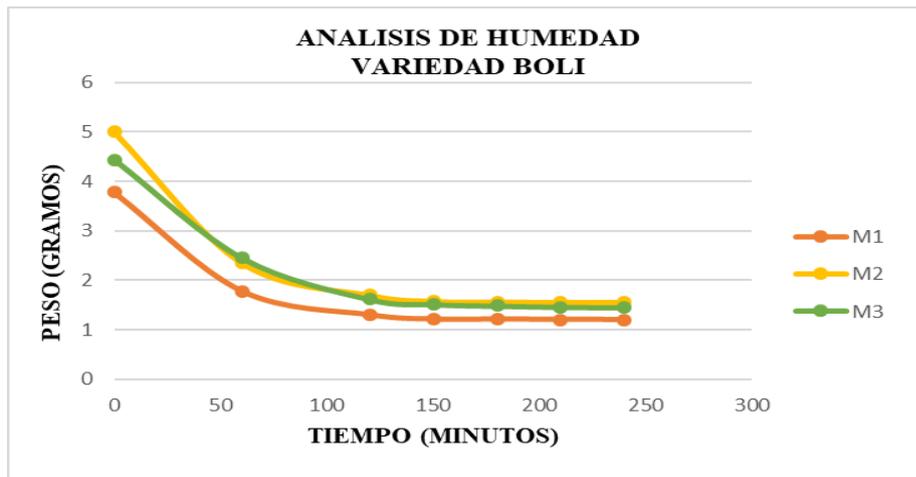
- Cusumano C., Zamudio N. (2013) Manual técnico para el cultivo de batata (Camote o moniato) en la provincia de Tucumán (Argentina) (en línea), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 48 p. Consultado:15 mar 2018. Disponible: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual\\_batata.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_batata.pdf)
- Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias. 2014. Síntesis Estadísticas: Producción Agropecuaria año agrícola 2013/2014 (en línea) Paraguay. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Consultado 20 ago 2017. Disponible en: <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202014-texto%20completo>. Fliert, E. Braun A. 2001. Escuela de campo de agricultores para el manejo integrado del cultivo de camote. Louis Dineen. Indonesia. Centro Internacional de la Papa. 264p.
- Folquer F. 1978. La batata (camote): Estudio de la planta y su producción comercial. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur S.A. 146 p.
- García M. Segovia Y. (2013) Manual de Histología Vegetal (en línea) Consultado: 20 mar 2018. Disponible: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33039/1/N%C3%BAm.%20151\\_Manual%20Histologia%20Vegetal.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/33039/1/N%C3%BAm.%20151_Manual%20Histologia%20Vegetal.pdf)
- Guizar A, Montañés J, García I (2008) Parcial caracterización de nuevos almidones obtenidos del tubérculo de camote del cerro (*Dioscorea* spp) (en línea) México. Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Consultado: 25 ago 2017 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81311226011>
- Huamán Z. 1991. Descriptores de la batata. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 134 p
- Jáuregui D. Moreno A (2004) La biomineralización del Oxalato de Calcio en plantas: Retos y Potencial (en línea). Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, UNAM. México. Consultado: 15 mar 2018 Disponible: [http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/03/2004\\_107\\_18-23\\_David\\_Jauregui.pdf](http://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/03/2004_107_18-23_David_Jauregui.pdf)
- Linares, E., Bye R, D. Rosa-Ramírez, y R. Pereda-Miranda. (2008). El camote. CONABIO. Biodiversitas 81:11-15
- La lista de plantas (2013) Taxonomía de *Ipomoea batatas*. Consultado: 18 mar 2018. Disponible: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Convolvulaceae/Ipomoea/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017) Síntesis Estadísticas. Producción agropecuaria año agrícola 2016/2017 (en línea) Consultado: 01 mar 2018. Disponible: [http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20ESTADISTICA\\_final\\_08.01.2018.a.pdf](http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20ESTADISTICA_final_08.01.2018.a.pdf)
- Martí H, Corbino G, Chludil H.(2011). La batata: el redescubrimiento de un cultivo (en línea) Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado 18 ago 2017. Disponible: <http://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy121/Batatas.pdf>

- Martí H, Mittidiei M, Valle Di Feo L, Segade G, Constatino A (2014) Producción agroecológica de batata para el gran cultivo y la huerta familiar. (en línea) Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Consultado: 15 mar 2018. Disponible: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-marti-et-al-manual-cultivo-de-batata-2014.pdf>
- Nielsen S. (2009) Análisis de los alimentos. Zaragoza, España. Editorial Acribia S.
- Rodríguez G. 1984. La batata y su cultivo. Madrid, España. Neografis S.L. 95p
- Rettig M. Hen A. (2014) El color de los alimentos una calidad medible (en línea) Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Consultado 18 ago 2017. Disponible <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2016/04/art07-Mathias.pdf>
- Scott G, Rosergrant M, Ringler C. 2000. Raíces y tubérculos para el siglo 21: Tendencias, proyecciones y opciones de política. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 64p.
- Valverde Acha, GJ. 2014. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de Ipomoea Batatas (camote). Tesis Lic. en Nutrición. Lima, Perú. UNMSM. 36p.
- Villar Vera, L. 2009. Cultivo de Batata (en línea) Paraguay. Dirección de Educación Agraria - Ministerio de Agricultura y Ganadería Consultado: 25 ago 2017. Disponible en: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Batata.pdf>

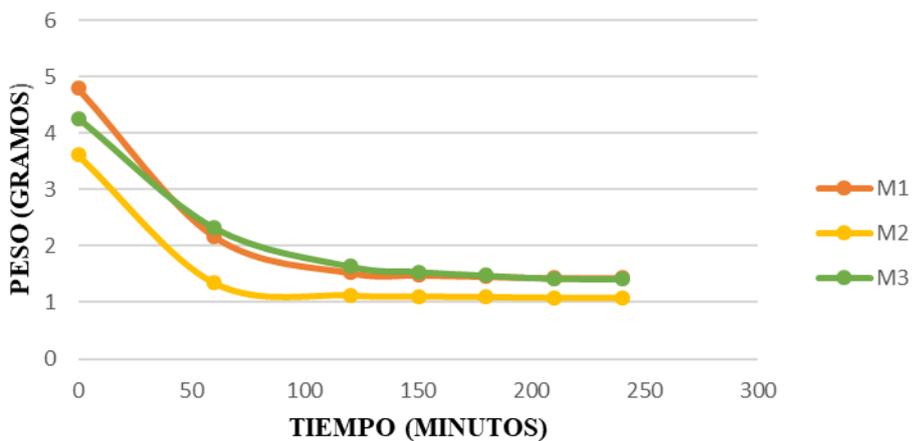
## ANEXOS

### ANEXO 1: CURVAS DE ANALISIS DE HUMEDAD

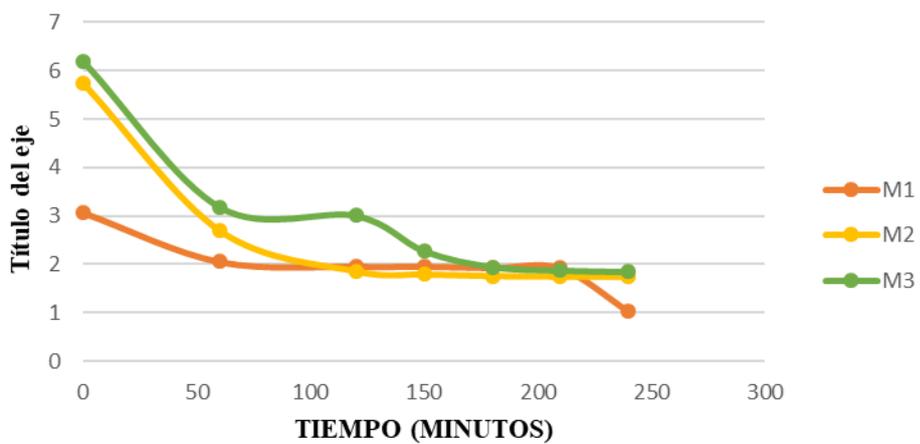


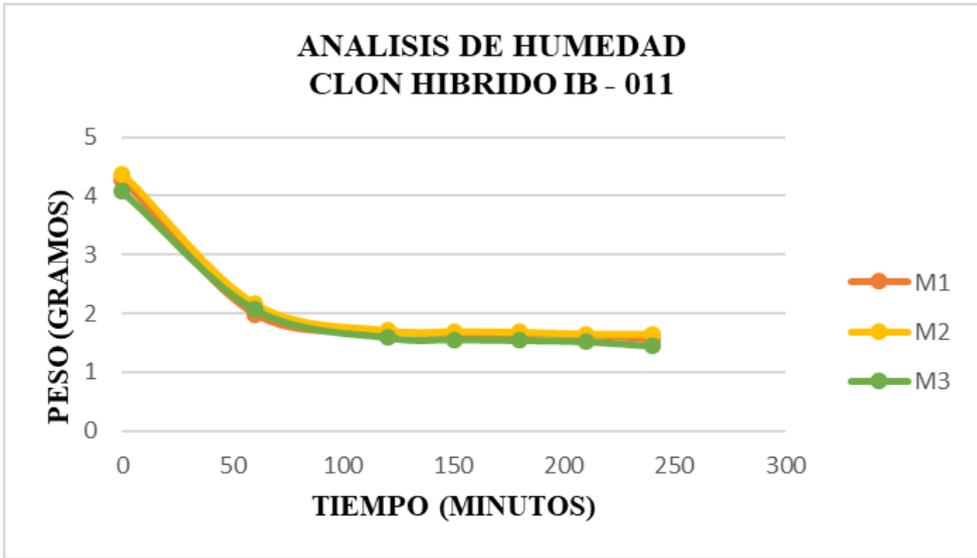
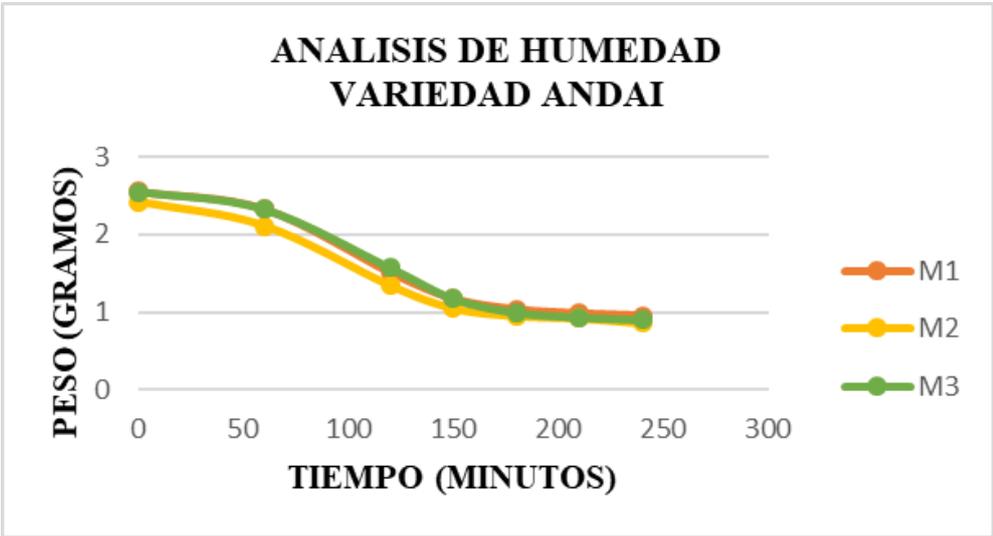
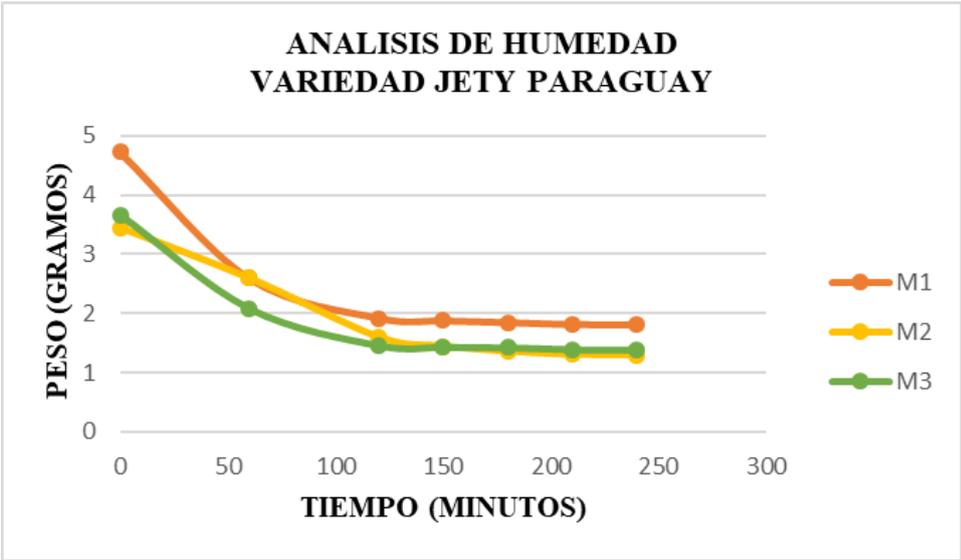


### ANALISIS DE HUMEDAD VARIEDAD TAIWANES

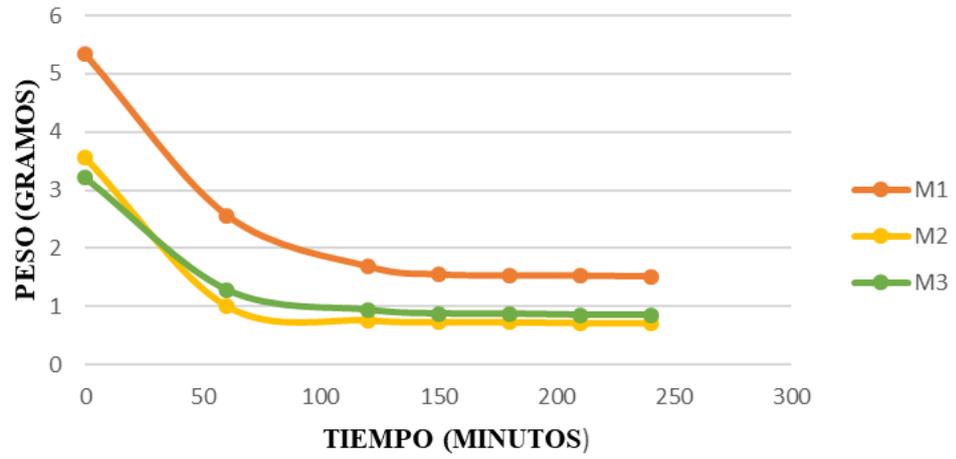


### ANALISIS DE HUMEDAD VARIEDAD PRINCESA

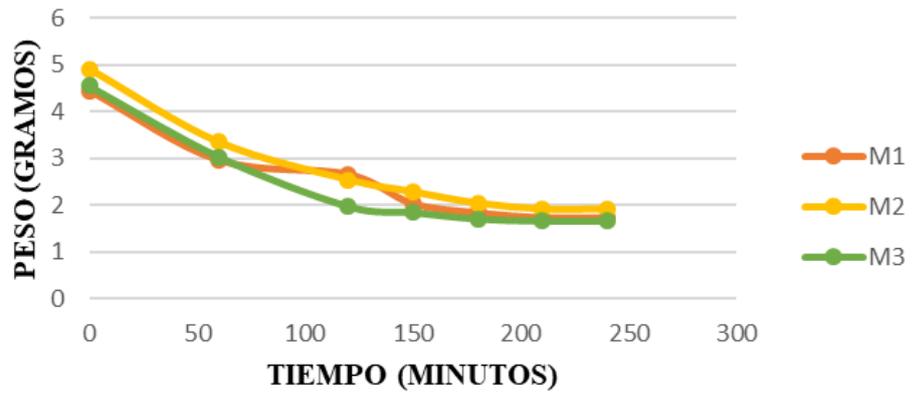


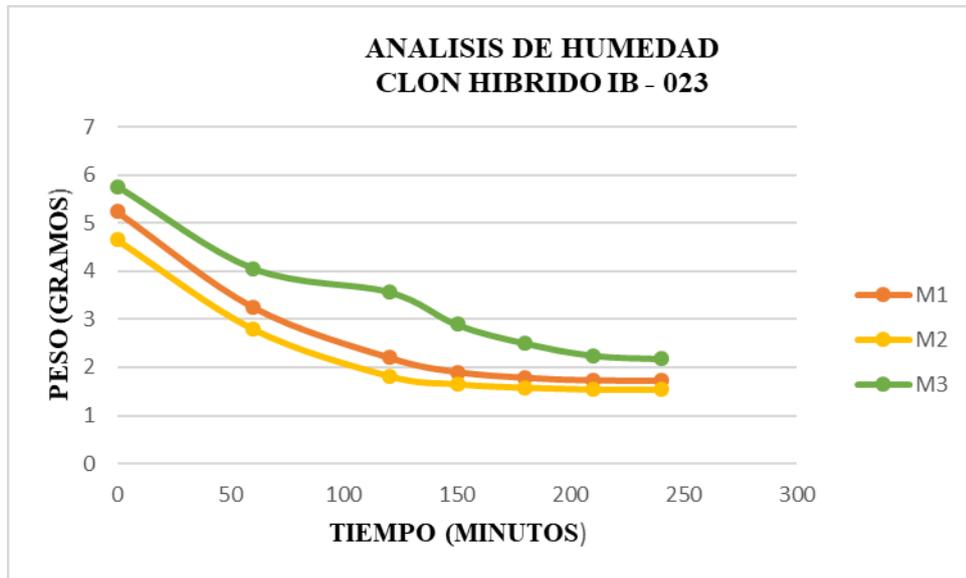
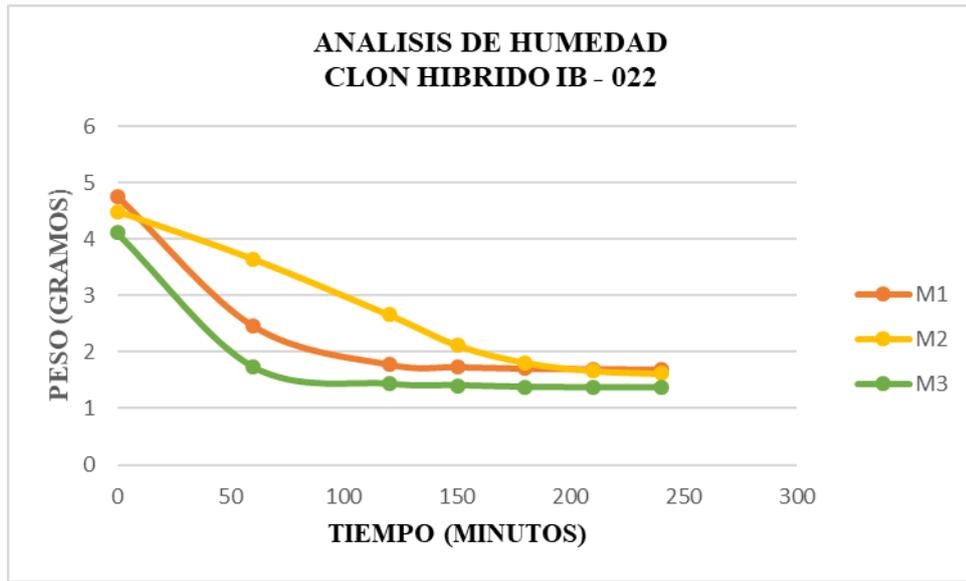


**ANALISIS DE HUMEDAD  
CLON HIBRIDO IB - 019**

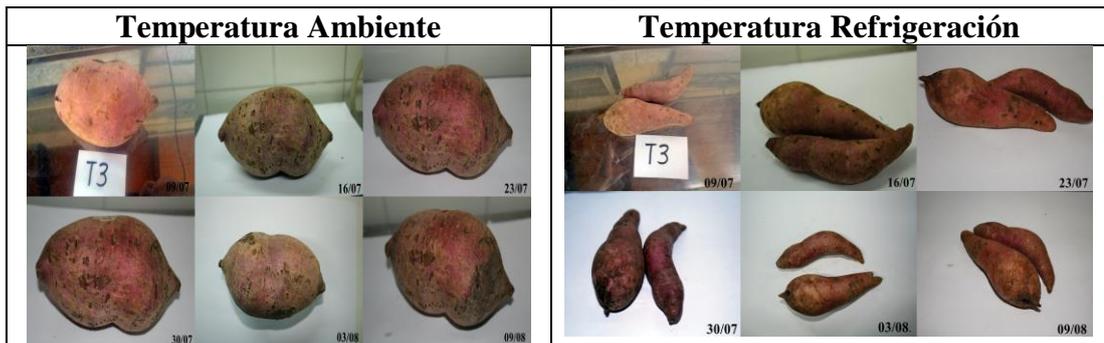


**ANALISIS DE HUMEDAD  
CLON HIBRIDO IB- 020**

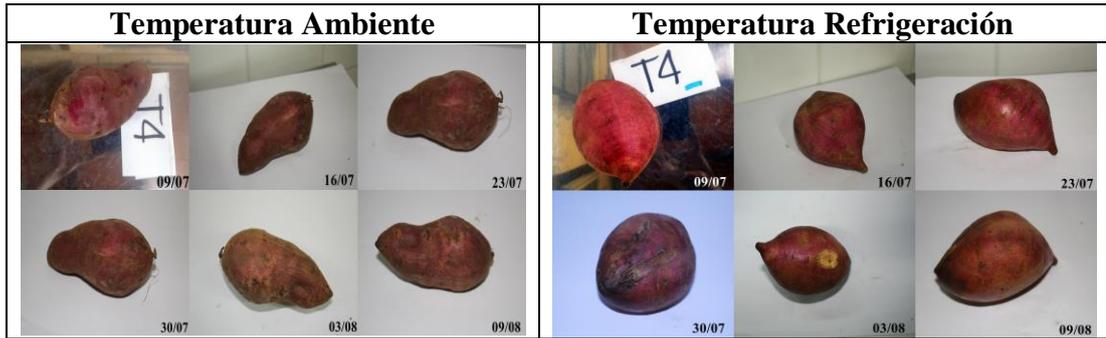




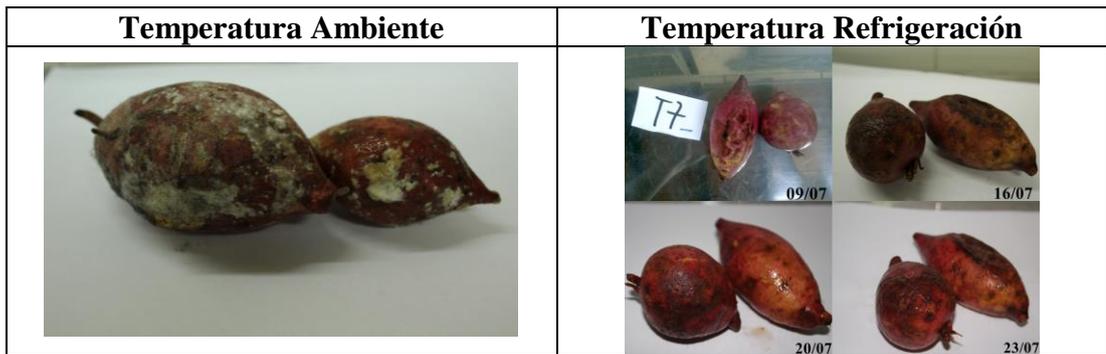
**ANEXO 2: DAÑOS EN LA SUPERFICIE DE VIDA UTIL.  
TEMPERATURA AMBIENTE  
VARIEDAD MORADO**



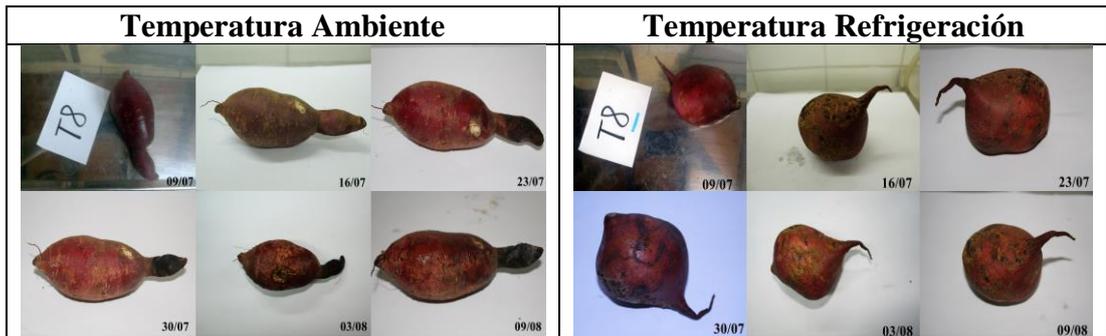
**VARIEDAD PYTA**



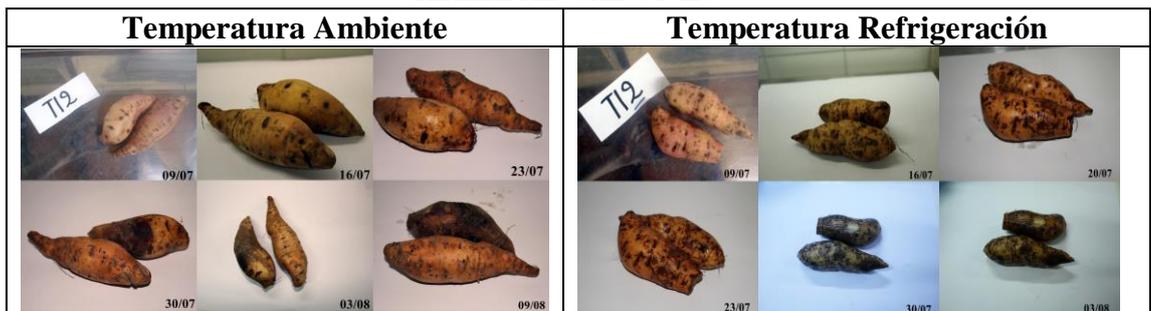
**VARIEDAD BOLI**



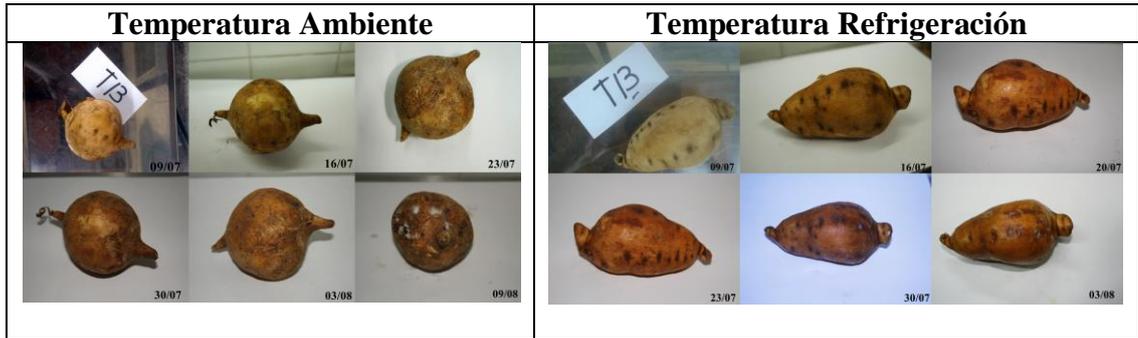
**VARIEDAD PYTA URUGUAYO**



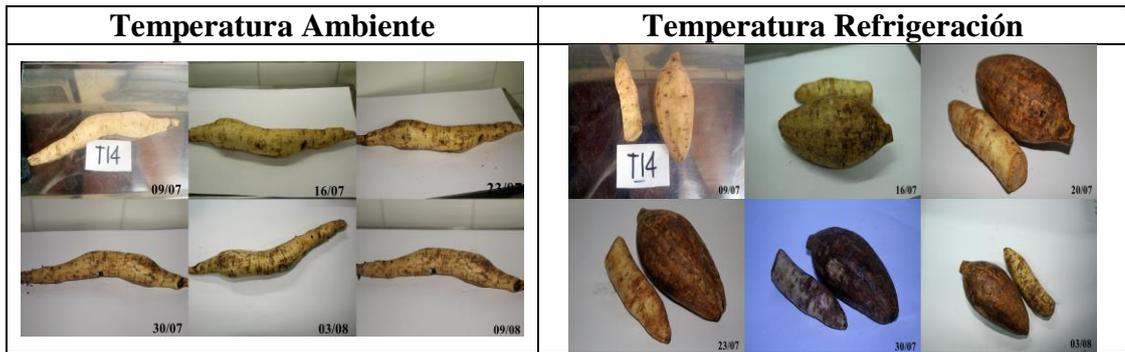
**VARIEDAD JAPONES**



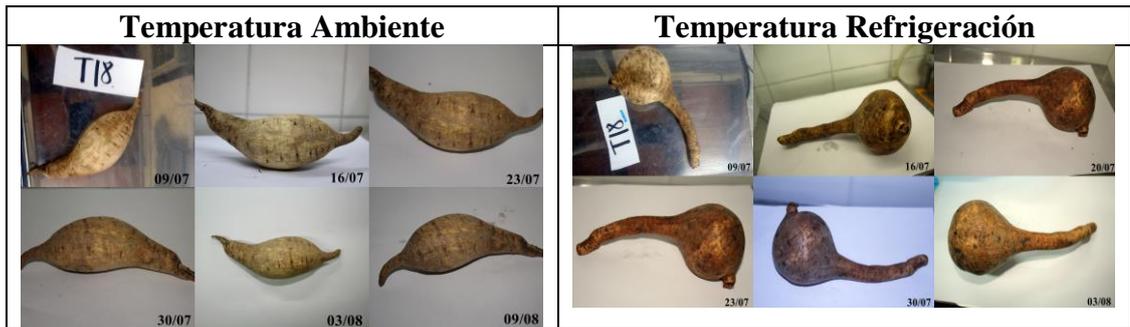
**VARIEDAD TAIWANES**



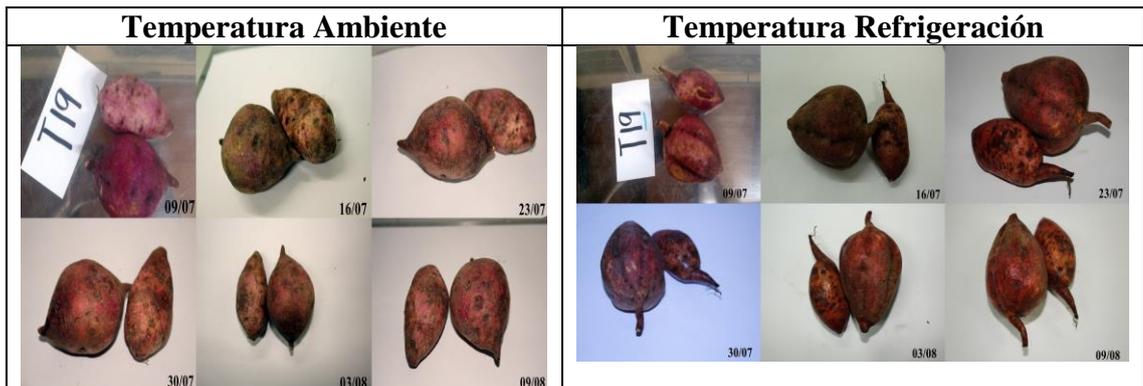
**VARIEDAD PRINCESA**



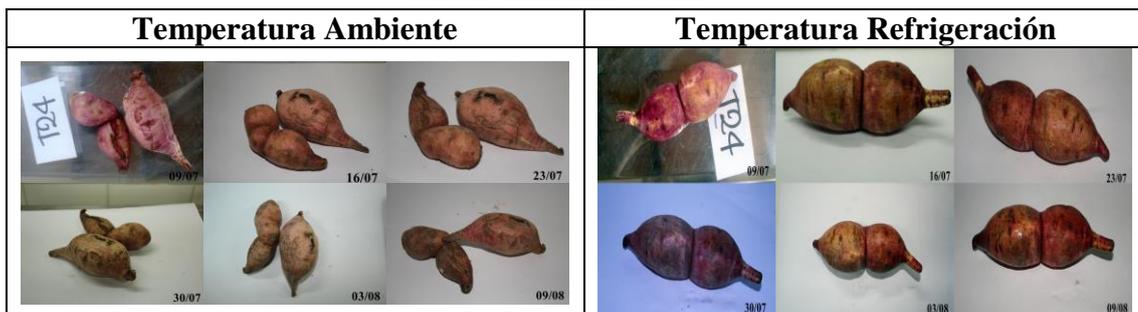
**VARIEDAD JETY PARAGUAY**



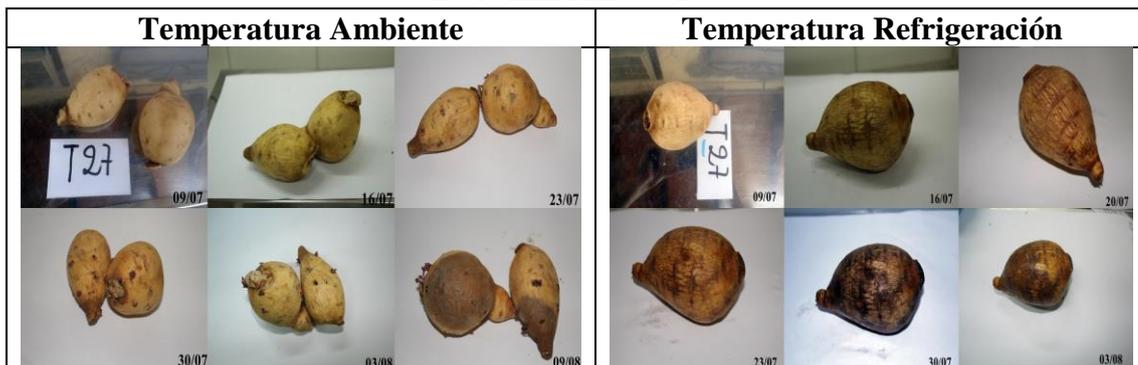
**VARIEDAD ANDAI**



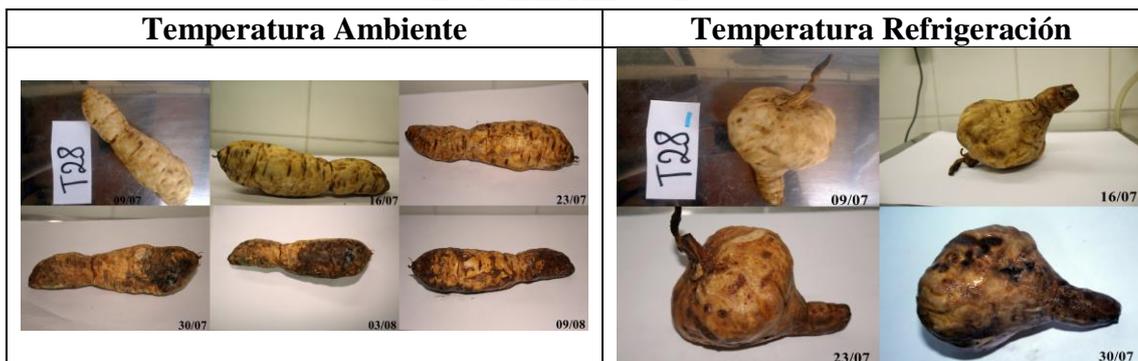
### CLON HIBRIDO 011



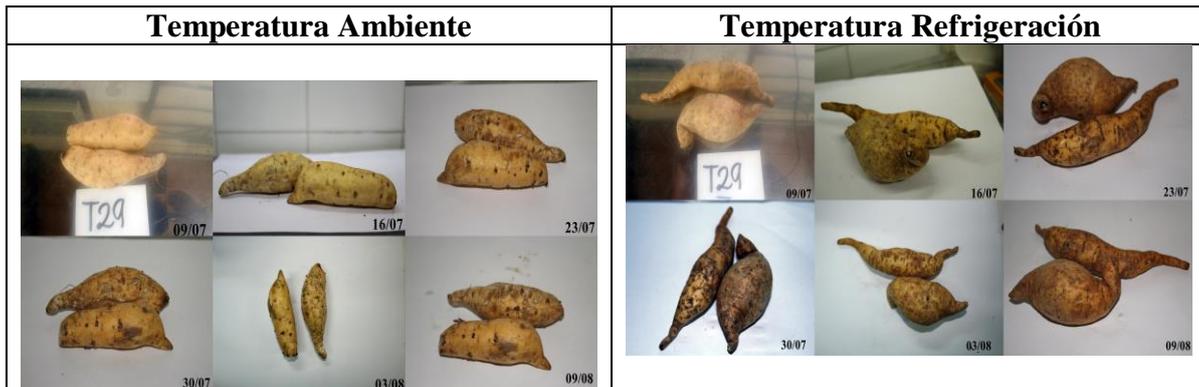
### CLON HIBRIDO 019



### CLON HIBRIDO 020



### CLON HIBRIDO 022



### CLON HIBRIDO 022

Temperatura Ambiente	Temperatura Refrigeración
	