

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD AGRONOMÍA



**“COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE TUBÉRCULOS DE
CINCO VARIETADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TRES
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO”**

Presentado por:

SONIA ALTAMIRANO GUTIERREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima – Perú

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**“COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE TUBÉRCULOS DE
CINCO VARIEDADES DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN TRES
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO”**

Presentado por:
SONIA ALTAMIRANO GUTIERREZ

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRONOMO**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Julio Toledo Hevia
PRESIDENTE

Ing. Mg. Sc. Rolando Egúsqiza Bayona
ASESOR

Dr. Hugo Soplín Villacorta
MIEMBRO

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
MIEMBRO

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

A mis padres Victor y Maximiliana por brindarme cariño, confianza en cada paso que doy y por el esfuerzo de cada día para ver seguir el camino correcto de todos sus hijos. A mis hermanos Yenny, Edison, Wilman y Lisete por darme confianza y cariño.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fuerzas, paciencia, salud y permitirme haber cumplido uno de mis objetivos.

Al Ing. Rolando Egusquiza por su paciencia y permanente apoyo para lograr el presente trabajo.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCION	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1	ALMACENAMIENTO DE LA PAPA.....	2
2.2	FUNCIONES DEL ALMACENAMIENTO DE PAPA:.....	2
2.3	FASES DE ALMACENAMIENTO:.....	3
2.3.1	REPOSO	4
2.3.2	DORMANCIA	5
2.3.2	PERIODO DE BROTAÇÃO:.....	6
2.4	PROCESOS FISIOLÓGICOS DEL TUBÉRCULO.....	10
2.4.1	RESPIRACIÓN.....	10
2.4.2	TRANSPIRACIÓN.....	12
2.5	CAMBIOS EN EL TUBÉRCULO DURANTE EL ALMACENAMIENTO	13
2.5.1	PÉRDIDA DE PESO	13
2.5.2	PÉRDIDAS SANITARIAS.....	13
2.5.3	CAMBIOS QUÍMICOS	14
III.	MATERIALES Y METODOS	15
3.1	FACTORES EN ESTUDIO.....	15
3.1.1	VARIEDADES	15
3.1.2	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	17
3.2	LOCALIDAD EXPERIMENTAL	17
3.3	CONDICIONES AMBIENTALES.....	17
3.4	DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL	18
3.5	EVALUACIONES REALIZADAS	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1	PERIODO DE REPOSO	21
4.2.	PERIODO DE BROTAÇÃO.....	22
4.3.	NÚMERO DE BROTES.....	24
4.4	ÍNDICE DE BROTAÇION.....	28
4.5	PESO FRESCO DE BROTES A LOS CINCO MESES DE ALMACENAMIENTO	30
4.6	GRADO DE RAMIFICACIÓN DE BROTES	32
4.7	PÉRDIDA DE PESO TOTAL	34
4.8	PÉRDIDA DE PESO POR BROTAÇÃO (%)	37
V.	CONCLUSIONES	45
VI.	RECOMENDACIONES	46
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
VIII.	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Titulo	Pág.
1	Temperatura y humedad relativa en el periodo experimental	18
2	Periodo de reposo promedio (días) de las variedades de papa en las tres condiciones de almacenamiento.	21
3	Período de brotación promedio (días) de las variedades en tres condiciones de almacenamiento	22
4	Número de ojos y de brotes totales por Tubérculo entero y por cada 50 gramos de peso	25
5	Variación del número promedio de brotes en cinco meses	26
6	Número de brotes promedio al quinto mes de evaluación	26
7	Índice de Brotación (%) al quinto mes de almacenamiento	28
8	Peso fresco (gr) de brotes por tubérculo al quinto mes de almacenamiento	30
9	Grado de ramificación promedio al quinto mes de almacenamiento	32
10	Pérdida de peso total promedio (%) en cinco meses de evaluación	34
11	Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción condición de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación	35
12	Pérdida de peso promedio por brotación (%) al quinto mes de almacenamiento	37

ÍNDICE DE FIGURA

Figura

Nº	Título	Pág.
1	El reservorio del almacenamiento	3
2	Periodo de brotación por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades	23
3	Periodo de brotación por efecto de la interacción Variedades en condiciones de almacenamiento	24
4	Número de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación	27
5	Número de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación	27
6	Índice de brotación por efecto de la Interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación	29
7	Índice de Brotación (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación	29
8	Peso fresco de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación	31
9	Peso fresco de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación	31
10	Grado de ramificación de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación	33
11	Grado de ramificación de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación	33

12	Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación	36
13	Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación	36
14	variación de la pérdida de peso por brotación (%) por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación	38
15	variación de la pérdida de peso por brotación (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación	39
16	Tubérculos de las variedad Huayro al inicio y final del periodo de almacenamiento	40
17	Tubérculos de las variedad Peruanita al inicio y final del periodo de almacenamiento	41
18	Tubérculos de las variedad Canchan al inicio y final del periodo de almacenamiento	42
19	Tubérculos de las variedad Tumbay al inicio y final del periodo de almacenamiento	43
20	Tubérculos de las variedad Serranita al inicio y final del periodo de almacenamiento	44

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina, entre los meses de invierno y primavera del 2014 con el objetivo de contribuir con el conocimiento sobre el comportamiento de tubérculos de cinco variedades (Huayro, Peruanita, Canchan, Serranita y Tumbay) almacenados durante cinco meses en tres condiciones (Cámara Fría, Luz Difusa y Oscuridad). Se registró información sobre el período de reposo, periodo de brotación, número de brotes, índice de brotación, peso fresco de brotes, grado de ramificación de brotes, pérdida de peso total y pérdida de peso por brotación. Los resultados se analizaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 5x3 (variedad x condición de almacenamiento).

Todas las características indicadoras del estado fisiológico de poscosecha de tubérculos de las variedades interaccionaron con las condiciones de almacenamiento. El periodo de reposo fue muy corto (una semana) en los tubérculos de Tumbay, corto (dos a tres semanas) en Peruanita, Canchan y Huayro y más largo (cuatro a cinco semanas en Serranita). Solamente la cámara fría modificó el periodo de reposo; en estas condiciones se prolongó una semana el periodo de reposo de Canchan y Huayro, dos semanas los de Serranita pero no se modificaron los periodos de reposo de Peruanita ni de Tumbay.

El periodo promedio de brotación fue de diez semanas y los tubérculos de Tumbay brotaron durante doce semanas. Las condiciones de almacenamiento en oscuridad prolongaron a doce semanas el periodo de brotación de Huayro y la luz difusa redujo a seis semanas el periodo de brotación en Serranita. El periodo de brotación de los tubérculos de Peruanita, Canchan y Tumbay fue semejante en todas las condiciones de almacenamiento.

El número final de brotes guardó relación directa con el número de ojos. Los tubérculos de Huayro produjeron 3 a 4 brotes por cada 50 gramos de peso, Tumbay y Peruanita presentaron 2 a 3 brotes/50 gramos mientras que Canchan y Serranita presentaron menor número de brotes (1 a 2 brotes / 50 gramos). La oscuridad incrementó

significativamente el número de brotes de los tubérculos de Huayro; las condiciones de cámara fría redujeron significativamente el número de brotes de Peruanita y Canchan mientras que el número de brotes de Tumbay y Serranita no fue modificado por ninguna de las condiciones de almacenamiento.

En general, las condiciones de cámara fría redujeron el índice de Brotación con diferencias significativas en Huayro, Tumbay y Serranita pero las diferencias no fueron significativas en Canchan ni en Peruanita. El Índice de Brotación y el peso promedio de brotes por tubérculos fueron más altos en Huayro y Tumbay y más bajos en Peruanita.

La pérdida total de peso durante cinco meses de almacenamiento fueron altos (47.64%) en los tubérculos de Tumbay, 31.59% en Peruanita, 29.11% en Huayro, 27.80% en Canchan y 26.61% en Serranita. Los tubérculos de las cinco variedades almacenados en oscuridad presentaron significativa mayor pérdida de peso total con respecto a los tubérculos almacenados en cámara fría y luz difusa.

I. INTRODUCCION

La papa es un cultivo oriundo y representativo del Perú, patrimonio de nuestra cultura agraria que en los últimos años ha adquirido mayor interés y es considerada como un producto de importancia mundial por ser un alimento básico en la dieta de la población que, además de reducir el hambre, genera trabajo y contribuye con la seguridad alimentaria a escala mundial.

En la zona andina la continuidad de la oferta podría verse afectada por fenómenos climáticos desfavorables; estas eventualidades afectan la producción y generan una menor oferta elevando el precio en perjuicio del consumidor. Por otra parte, la mayor superficie de siembra en la estación de lluvias, genera sobre - oferta en la temporada de cosechas reduciendo los precios en perjuicio del agricultor. En estas condiciones, un adecuado manejo de poscosecha, en base a los principios fisiológicos del comportamiento del tubérculo cosechado y la instalación de infraestructura apropiada, pueden garantizar la continuidad de la oferta, estabilidad de precios, la normal comercialización y/o exportación competitiva. La comercialización a los supermercados a nivel nacional y la potencial exportación de papas nativas conlleva a mayores exigencias en cuanto a la calidad y, por consiguiente, a un mayor cuidado en el manejo en post cosecha de los tubérculos.

Por lo expuesto, en el presente trabajo de investigación se procura ampliar el conocimiento del comportamiento en poscosecha de las variedades comerciales Huayro, Peruanita, Tumbay, Canchan y Serranita almacenados en tres condiciones (Cámara Fría, Luz Difusa y Oscuridad).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ALMACENAMIENTO DE LA PAPA

El almacenamiento es definido por Rhoades (1988), como una etapa en el proceso de producción agrícola que ayuda a preservar los productos a través del tiempo hasta que estén listos para ser usados, consumidos, intercambiados o expuestos en los mercados. La planificación del almacenamiento es una actividad técnica, porque físicamente presenta características de diseño, ingeniería y administración los cuales ayudan a reducir las pérdidas y preservar el producto proporcionando seguridad. Es una actividad económica, porque una de sus funciones es regular el movimiento del producto en el tiempo, de acuerdo con la demanda del mercado y es una actividad social porque las decisiones sobre el almacenamiento son realizadas por agricultores, comerciantes, comunidades, consumidores o por el Estado.

2.2 FUNCIONES DEL ALMACENAMIENTO DE PAPA:

La producción de papa debe buscar el abastecimiento suficiente para cubrir la demanda total del mercado. Esto se puede lograr de dos maneras:

- ✓ Producción continua orientada hacia el mercado, o
- ✓ Producción periódica y almacenamiento.

Ya que la producción continua es difícil en todas las regiones, generalmente es necesario el almacenamiento. La papa que excede a la demanda del mercado al momento de la cosecha debe ser almacenada para estar a disposición de la demanda del mercado en una fecha posterior (figura 1). La demanda del mercado es en general casi constante aunque los precios bajos aumentan ligeramente la demanda. Por lo tanto, la función del almacenamiento es la de regular el movimiento de la papa en el tiempo.

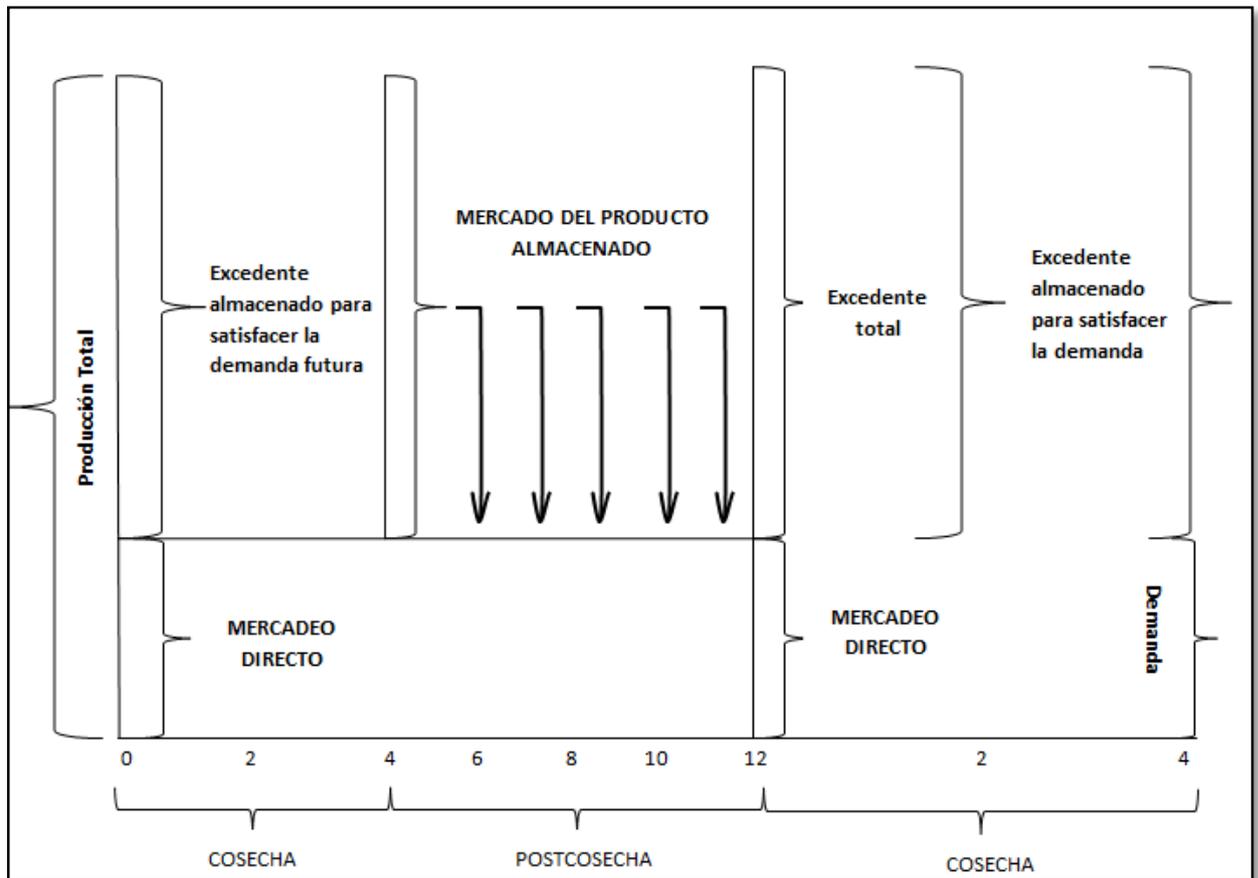


Figura 1: El reservorio del almacenamiento (Booth y Shaw, 1980)

En tiempo de cosecha el agricultor está ocupado con la cosecha de papa y otros cultivos. Si no cuenta con un almacén, no tiene tiempo para buscar un mercado mejor o para negociar un mejor precio. Si tiene un almacén a su disposición, el agricultor tiene la opción de vender o guardar papa en el almacén para su venta posterior. Esto contribuye a prevenir grandes fluctuaciones en el precio (Booth y Shaw, 1989).

2.3 FASES DE ALMACENAMIENTO:

En esta etapa se distingue dos fases:

- 1) Período de reposo y dormancia
- 2) Período de brotación

2.3.1 REPOSO

En la práctica, este periodo ha sido definido como el periodo inmediatamente siguiente a la cosecha, durante el cual el tubérculo no brota, aun bajo condiciones ambientales optimas de crecimiento y se extiende desde la cosecha hasta el momento en que las yemas empiezan a brotar a temperaturas normales (Van der Zaag, 1973, citado por Porta, 1990).

El factor principal que influye en la duración del período de reposo después de la cosecha es la temperatura de almacenamiento (Burton, 1963).

La duración del periodo de reposo, depende de:

- a. **Variiedad.-**Las variedades difieren en cuanto a la duración del periodo de reposo. Generalmente la duración de este periodo no está relacionado con la duración del ciclo vegetativo, es decir, una variedad precoz no necesariamente tiene un periodo de repodo corto (Wiersema, 2002).En el Perú, existen variedades que tienen periodo de reposo corto como “chaucha” y “revolución” y otros que tienen periodos de reposo más prolongados como Yungay, renacimiento y renovación.

Las variedades difieren en la duración del periodo de dormancia aunque estas diferencias pueden derivarse del estado fisiológico de los tubérculos (Burton, 1978).

Existen variedades que tienen periodo de reposo muy corto como se encuentra en las variedades de la especie *S. phureja* en los que muchas veces el brotamiento se inicia antes de cosecha. Las papas indígenas tienen por lo general un periodo prolongado de reposo y entre ellas las especies amargas tienen periodo de reposo de más de cuatro meses (Martínez, 1987).

- b. **Estado de maduración al momento de la cosecha.-** Un tubérculo que se cosecha antes de la plena maduración tiene un periodo de reposo más largo que un tubérculo cosechado en estado maduro, pero por haberse cosechado el tubérculo inmaduro una fecha más temprana llegara al final de su reposo antes que el tubérculo cosechado en plena maduración (Van Der Zaag, 1973,citado por Tupac Yupanqui, 1978)

- c. **Condiciones ambientales durante el almacenamiento.-** La temperatura durante el almacenamiento es el factor ambiental más importante que afecta el comportamiento del tubérculo durante el periodo de reposo. Las temperaturas altas durante el almacenamiento aceleran el proceso de envejecimiento fisiológico del tubérculo y por consiguiente, reducen el periodo de dormancia. Sin embargo, en algunas variedades se ha observado que un “golpe de frío” o almacenamiento a bajas temperaturas (por debajo de 10°C) durante 2 a 4 semanas seguido por almacenamiento a alta temperatura podría acortar el periodo (Martinez, 1987).

El estado fisiológico del reposo está influenciado por las condiciones en que se cultiva el tubérculo, la duración del período de almacenamiento, las condiciones de conservación y crecimiento de los brotes (Christiansen, 1967).

La humedad de la atmosfera durante el almacenamiento también puede influenciar la duración del periodo de dormancia. Dicho periodo es reducido por la humedad relativa alta (Beukema y Van der Zaag; 1979).

2.3.2 DORMANCIA

La dormancia se refiere al periodo durante el cual las yemas son incapaces de brotar debido a causas exógenas o endógenas. El periodo de dormancia involucra tanto el periodo de reposo como el subsiguiente periodo de quiescencia. Una vez que el periodo de reposo ha concluido, el tubérculo puede no brotar debido a ciertas condiciones como temperatura o fotoperiodo desfavorables. Bajo estas condiciones se dice que las yemas se encuentran quiescentes, es decir, aptas para brotar cuando el medio ambiente externo sea favorable (Martínez, 1987).

El periodo de dormancia varía de acuerdo a la variedad, el grado de madurez del tubérculo, las condiciones y duración del almacenamiento, tamaño del tubérculo, estado sanitario y las condiciones de crecimiento del cultivo que le dio origen.

Beukema y Van Der Zaag (1979) afirman que la longitud de la dormancia puede expresarse de las siguientes formas:

1. Número de semanas (días) entre la cosecha y el inicio del crecimiento de los brotes
2. Número de semanas (días) entre la iniciación del tubérculo y el inicio del crecimiento de los brotes.

2.3.2 PERIODO DE BROTAÇÃO:

Este proceso se inicia en el brote apical, que es aquel más distante al sitio de inserción del estolón. La brotación conduce a una importante serie de cambios bioquímicos en el tubérculo, especialmente por las demandas energéticas de los brotes en crecimiento.

Al finalizar la dormancia, las yemas del tubérculo inician su actividad dándose inicio a la brotación; la brotación es un estado fisiológico natural del tubérculo de papa, que se presenta al cabo de cierto tiempo después de cosechado. El crecimiento de brotes de un tubérculo depende del estado fisiológico del tubérculo, de la competencia entre brotes y de las condiciones medio ambientales (Beukema y Van der Zaag, 1979).

El número de ojos en un tubérculo varía considerablemente dependiendo de muchos factores, como la variedad, tamaño del tubérculo y condiciones de crecimiento (Beukema y Van der Zaag, 1979)

Crecimiento de brotes

Los brotes en crecimiento producen un estímulo que conduce a la descomposición del almidón y de las proteínas en toda la masa del tubérculo. Este estímulo, de naturaleza hormonal, se transmite a todo el tubérculo a través del floema interno (Mamani, 1993, citado por Montañez, 2014).

Después de terminado el reposo, las yemas comienzan a crecer definiéndose tres etapas:

- a) **Etapas de dominancia del brote apical:** En esta etapa de transición, que en algunas variedades puede ser bastante larga, con frecuencia se ve que la yema apical es la que comienza a brotar inhibiendo el crecimiento de las demás yemas.

La duración de la dominancia apical difiere considerablemente entre variedades y puede ser afectada por las condiciones de almacenamiento; la dominancia apical se mantiene cuando los tubérculos son almacenados entre 15 a 30°C y bajo condiciones de luz difusa aparentemente se reduce este periodo de dominancia apical.

- b) **Etapas de brotamiento normal o múltiple:** Es aquel tiempo en que comienzan a brotar varias yemas u ojos del tubérculo. Este estado de brotamiento múltiple puede durar varios meses según la variedad, especialmente cuando los tubérculos son almacenados bajo luz difusa, el brotamiento se mantiene con los brotes cortos y fuertes, tubérculos con este tipo de brotes son ideales para la siembra.

La remoción del brote apical del tubérculo puede inducir a la formación de brotes múltiples rápidamente, contribuyendo así a un brotamiento uniforme del tubérculo semilla originándose varios tallos por planta. Un tubérculo que está al comienzo de este periodo o al final del periodo de dominancia apical, se considera como fisiológicamente joven y por el contrario aquel tubérculo que está al final del periodo de brotación múltiple se considera como fisiológicamente viejo.

La diferenciación y crecimiento de los brotes es en forma de espiral alrededor del tubérculo, como los brotes laterales en un tallo. El crecimiento de los brotes podría mostrar considerable variación de acuerdo a la variedad, edad y tamaño del tubérculo y las condiciones ambientales de almacenamiento, particularmente temperatura y luz (Beukema y Van der Zaag, 1979).

Efecto del tamaño del tubérculo: El vigor de los brotes depende del tamaño del tubérculo o de la cantidad de tejido circundante al brote en crecimiento. Por lo tanto el crecimiento de los brotes (en peso) varía directamente con el tamaño del tubérculo (Túpac Yupanqui, 1978.)

- El número de brotes por tubérculo aumenta con el tamaño del tubérculo y los brotes de tubérculos pequeños crecen más lentamente. El ritmo de acumulación de la materia seca de los brotes individuales es constante y es proporcional al tamaño del tubérculo; en caso de los tubérculos con brotes múltiples, es una función inversa del número de brotes en crecimiento y estará relacionado positivamente con el tamaño del tubérculo.
- Efecto de la temperatura: La tasa de crecimiento de los brotes se incrementa por aumento de la temperatura desde los 4°C hasta los 15°C, y aun hasta los 25°C pero aumentos adicionales a 30°C causan una reducción en la proporción de crecimiento asociado con muerte del ápice del brotamiento.

En relación al medio ambiente donde ocurre la brotación, la temperatura tiene una mayor influencia; temperaturas comprendidas entre 16 a 20°C son óptimas para el crecimiento del brote. El crecimiento de los brotes es lento a temperaturas de 5°C y menores. Temperaturas próximas o mayores de 30°C causan una reducción del crecimiento asociado con la muerte del ápice del brote (Headford, 1962).

Mamani (1993), asegura que prácticamente no se produce brotación cuando la temperatura se encuentra entre 2 a 4 °C o menos. A estas temperaturas hay una transformación de almidones en azúcares que producen el endulzamiento de la papa. Este efecto provoca un cambio de sabor de la papa la cual debe ser almacenada entre 5 y 10°C.

La brotación siempre causa pérdidas; la pérdida de peso por brotación es importante porque los brotes se desarrollan a expensas de la materia seca del tubérculo, así como de su reserva de agua; además debe tenerse presente que

los brotes que se forman carecen de piel suberizada por lo cual a través de ellas se pierde todavía más agua por evaporación (García, 1983).

- Efecto de la luz: Es conocido que la luz estimula el crecimiento de brotes más cortos y vigorosos que aquellos crecidos en la oscuridad y además promueve el verdeamiento de las capas exteriores acumulándose en estas clorofila y diversos glicoalcaloides como solanina y chaconina que son de sabor amargo y pueden llegar a ser tóxicos. Esta característica parece conferir cierta resistencia a la penetración de patógenos y al ataque de insectos y animales. La luz favorece además, la aparición de primordios radicuales.

En presencia de luz, los brotes son más cortos y vigorosos con pequeñas hojas verdes agrupadas en corona o roseta y la formación de raíces en los brotes se presenta en condiciones de alta humedad relativa (Beukema y Van der Zaag; 1979).

Así mismo, Davidson(1958), encontró que la luz tiene un efecto muy pequeño sobre el crecimiento de los brotes en bajas (1.7°C) y altas (29.4°C) temperaturas. Pero se considera que entre 7.2 y 18.3°C, la luz juega un rol importante en la reducción del crecimiento de los brotes.

El verdeamiento se debe a la formación de clorofila bajo el estímulo de luz natural o artificial durante el tiempo de cosecha, de transporte o de almacenamiento y también se forma la solanina que es un alcaloide toxico (Christiansen, 1967).

- c) **Etapas de brotes filiformes:** Luego del periodo de brotes múltiples el tubérculo envejece, observándose excesiva ramificación de brotes, formándose brotes largos y débiles (filiformes) y también tubérculos diminutos directamente de los brotes. En este estado los tubérculos semilla ya no son útiles porque producen plantas con pequeño follaje y poca productividad (Porta,1990)

2.4 PROCESOS FISIOLÓGICOS DEL TUBÉRCULO

El estado fisiológico está influenciado por las condiciones en que se cultiva el tubérculo, la duración del período de almacenamiento, las condiciones de conservación y crecimiento de los brotes anteriores (Beukena y Van der Zaag, 1979)

Un tubérculo maduro se encuentra revestido por el peridermo. Morfológicamente, el peridermo está formado por capas de células con paredes suberificadas que lo hace impermeable a pérdidas químicas, gases y líquidos y proporciona protección contra microorganismos y pérdidas de agua. En la superficie se encuentran las lenticelas que están formados por capas de células que emergen a la superficie a través del peridermo; las lenticelas actúan como un sistema de comunicación entre el interior del tubérculo y su entorno, permitiendo el intercambio gaseoso (Hooker, 1986, citado por Palma, 2009).

En el tubérculo ocurren los procesos fisiológicos de evaporación, respiración, brotación y transpiración los que ocasionan cambios en la composición y apariencia externa del tubérculo. Estos procesos son influenciados por las condiciones de almacenamiento por lo que estos cambios pueden ser mínimos si se mantienen condiciones favorables.

2.4.1 RESPIRACIÓN

La respiración es la degradación oxidativa de los sustratos (almidón azúcares y ácidos orgánicos) con la consecuente producción energética y otras moléculas las cuales pueden usarse en las reacciones de síntesis en la célula. El mantenimiento del abastecimiento del ATP es el propósito primario de la respiración.

Parte de la energía que se produce en la respiración se pierde en forma de calor, si este calor no fuera liberado, la temperatura de la papa se elevaría teóricamente por lo menos 0.25°C cada 24 horas. Para que pueda respirar aeróbicamente el tubérculo depende del abastecimiento de oxígeno que es limitado por el peridermo que se presenta como una barrera para la difusión de gases. La mayor parte de esta difusión ocurre a través de las lenticelas. Entre los espacios celulares del tubérculo, la resistencia a la difusión es tan pequeña que es difícil detectar el gradiente de oxígeno entre la periferia y el centro del tubérculo (Burton, et al, 1992).

La tasa de respiración durante el almacenamiento es influenciada por las características del tubérculo (maduración y presencia de daños) y por las condiciones que prevalecen durante el almacenamiento. La tasa de respiración depende principalmente de la temperatura.

Para almacenar papa no solo se requiere temperaturas bajas sino también es necesario aire frío, no solo para bajar la temperatura de la papa, sino también para removerlo y reemplazar por oxígeno el anhídrido carbónico producido por la respiración y evitar, de esta manera, la formación de “corazón negro”. El aumento de la concentración del CO₂ ocasiona la asfixia del tejido (Mamani, 1993).

Durante el almacenamiento, tanto el dióxido de carbono como el calor generados por la respiración deben ser removidos del depósito, a fin de evitar la falta de oxígeno causante del “corazón negro” de los tubérculos.

Los tubérculos dañados presentan un aumento en la respiración para favorecer la formación del peridermo; al terminar de formarse el peridermo la respiración retorna a su tasa normal.

En el tubérculo almacenado hay conversión de almidón a azúcar y de azúcar a almidón; esta conversión es controlada por enzimas y la actividad enzimática por la temperatura. El almidón es sustrato primario de la respiración, por lo que es inevitable la pérdida de materia seca. (Burton, et al, 1992).

La respiración del tubérculo durante el almacenamiento trae como resultado la pérdida de materia seca. A una temperatura de almacenamiento de 10°C esta pérdida representa aproximadamente de 1 a 2% del peso fresco durante el primer mes, y cerca del 0.8% en cada mes posterior; pero sube a cerca de 1.5% por mes cuando el brotamiento está avanzando. El efecto más importante de la respiración de los tubérculos es la producción de calor, lo cual afecta las temperaturas del local de almacenamiento y los sistemas de ventilación (Booth y Shaw, 1989).

Plas, citado por Portillo, 1997) señaló que en el tubérculo cosechado se distingue tres cambios en la actividad respiratoria:

1. Rápida disminución después de la cosecha con un aumento temporal si se presenta mal manipuleo.
2. Baja tasa respiratoria en tubérculos dormantes
3. Aumento en la tasa respiratoria cuando empieza la brotación

2.4.2 TRANSPIRACIÓN

El proceso de transpiración durante el almacenamiento se refiere a la evaporación del agua desde la estructura del tubérculo seguida por la difusión de vapor hacia la atmosfera del almacén (Mamani, 1993). La evaporación de agua del tubérculo responde al movimiento de un sistema dinámico hacia el equilibrio entre el tubérculo, con su atmosfera casi saturada de agua y su entorno con una atmosfera normalmente insaturada.

Beukena y Van der Zaag (1979) opinan que el ritmo de la transpiración del tubérculo de papa es influenciado directamente por el grado de desarrollo del peridermo (suberización) así como también por el número y distribución de lenticelas. La menor perdida de agua se consigue con una humedad relativa del aire alrededor de 90%; en ambientes muy secos, la pérdida de agua es muy alta y pronto los tubérculos se ablandan y arrugan; por el contrario, los tubérculos conservados con exceso de humedad corren el riesgo que el agua condensada en la superficie aumente el riesgo de pudriciones y brotación.

El crecimiento de brotes provoca grandes pérdidas de agua por evaporación, por aumento de la respiración y por el uso de carbohidratos. Para evitar o al menos reducir el crecimiento de los brotes después de transcurrido el periodo de latencia, la mejor temperatura de almacenaje es de 3 °C-4°C.

Según Beukema y Van der Zaag (1979), la pérdida de agua por evaporación se puede reducir con las siguientes recomendaciones:

- ✓ Cosechar tubérculos maduros
- ✓ Evitar daños en la piel y heridas
- ✓ Los tubérculos deben ser curados antes de ser almacenados
- ✓ Evitar la brotación
- ✓ Ventilar con aire de alta humedad relativa
- ✓ Reducir el tiempo de ventilación

2.5 CAMBIOS EN EL TUBÉRCULO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

2.5.1 PÉRDIDA DE PESO

La pérdida total de peso producida durante el almacenaje se debe a la pérdida ocurrida por deshidratación de los tubérculos en condiciones de humedad relativa inferiores a un 80% y al proceso de brotación en el cual hay una translocación de componentes orgánicos y minerales hacia los brotes.

2.5.2 PÉRDIDAS SANITARIAS

Los daños físicos y fisiológicos predisponen al daño por microorganismos, por ello es necesario realizar una buena selección de los tubérculos antes del almacenamiento. Las pérdidas después de un periodo de almacenamiento se deben mayormente al ataque de microorganismos y algunos insectos (Leon, 1996).

2.5.3 CAMBIOS QUÍMICOS

Los cambios químicos más importantes durante el almacenamiento de papa se refieren a las relaciones entre el almidón y azúcares. Estos dos compuestos pueden variar sus relaciones mediante tres reacciones:

1. Transformación (hidrolisis) de los almidones en azúcares.
2. Condensación de los almidones en azúcares
3. Oxidación del azúcar durante la respiración.

En tubérculos para consumo almacenados a temperaturas inferiores a 5°C se produce transformación del almidón en azúcares que ocasionan el endulzamiento de la papa con la consiguiente pérdida de sus cualidades culinarias. Las cualidades culinarias de estas papas podrían restaurarse siempre que sean sometidas unos 7 días previos a su venta a temperatura entre 6 y 21°C. En estas condiciones, la temperatura transformará nuevamente los azúcares en almidón (Rodríguez, 1961).

Cuando la temperatura de almacén es alta, el contenido de fibra disminuye y se produce el ablandamiento. La pérdida de fibra se incrementa cuando se almacena tubérculos inmaduros al momento de la cosecha.

Durante el almacenamiento, el almidón se convierte en azúcar y viceversa. Las conversiones son procesos controlados por enzimas, que son en gran medida afectadas por la temperatura. Los azúcares también se utilizan en el proceso de respiración. Esta reacción también es controlada por la temperatura (Beukema y Van der Zaag, 1979).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 FACTORES EN ESTUDIO

Se estudió el comportamiento en post cosecha de cinco variedades de papa en tres condiciones de almacenamiento.

<u>Variedades</u>	<u>Condiciones de almacenamiento</u>
Canchan	Luz Difusa
Huayro	Oscuridad
Peruanita	Cámara Fría
Serranita	
<u>Tumbay</u>	

5 x 3 = 15 tratamientos

3.1.1 VARIEDADES

1. **Canchan:** Es una variedad moderna tetraploide procedente del programa de mejoramiento genético del Centro Internacional de la Papa (CIP) y liberada por la Estación Experimental Canchan (INIA, Huánuco) el año 1992. Se produce tanto en la Costa como en la Sierra del Perú. Los tubérculos son redondeados, ojos superficiales, piel de color roja y pulpa blanca; brotes rosados. Periodo vegetativo de 4 a 5 meses. Se adapta en la sierra central hasta los 3500 msnm y también a la costa central, es de buena calidad culinaria hasta con 25% de materia seca, apta para fritura; también llamada “rosada” por el color de su cascara. (Egùsquiza, 2000)
2. **Huayro:** Es una variedad nativa triploide (*Solanum x chaucha* Juz. et Buk.) originaria de la sierra central del Perú y se cultiva en las zonas altas de la región sierra, mayormente desde Cajamarca hasta el Cusco. Es de periodo vegetativo semitardío (5 – 6 meses). Los tubérculos se caracterizan por ser largos sub-cilíndricos, gruesos, tuberosados, piel roja vinosa, ojos profundos, pulpa amarilla clara, con anillo vascular rojizo, brotes rosados oscuros (López y colab., 1980).

3. **Peruanita:** Variedad nativa diploide perteneciente a la especie *Solanum goniocalyx* Juz. et Buk., originaria de la sierra central del Perú donde se le conocía con los nombres de “chichi huichi” o “jilguero” Los tubérculos se caracterizan por ser redondeados y de piel lisa; piel bicolor con áreas rojas de bordes definidos alrededor de áreas amarillas alrededor de los ojos que son semiprofundos; pulpa amarilla; brotes pigmentados de color rojo violáceo con áreas cremosas en los nudos; primordios radiculares notorios, numerosos y de color crema (Egúsqüiza et al., citado por Palma, 2009).

4. **Serranita:** Proviene del programa de mejoramiento para resistencia al tizón tardío del Centro Internacional de la papa. Periodo vegetativo de 4 a 5 meses; tubérculos de forma redondeada, ojos superficiales, piel de color morada morado oscura y pulpa blanco cremosa, materia seca de 22 – 24%. Se adapta desde los 2400 hasta los 3800 m.s.n.m. (INIA, 2009).

5. **Tumbay:** Variedad nativa perteneciente a la especie *Solanum goniocalyx* Juz. et Buk., originaria de Huánuco donde se produce entre 3000 a 3800 m.s.n.m. Los tubérculos son redondos, de piel y pulpa amarilla uniforme y piel lisa; tamaño mediano a grande; ojos semiprofundos y con yemas y brotes morados. (Egúsqüiza, 2000)

Los tubérculos de las cinco variedades se cosecharon el 17 de Junio del 2014 en la comunidad campesina de Huaytapallana, distrito de Santa María de Chicmo, provincia de Andahuaylas. Una vez cosechados, los tubérculos empleados en el experimento se seleccionaron por su estado sanitario apropiado y por su uniformidad de tamaño.

3.1.2 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Luz Difusa: Los tubérculos se colocaron en jabas de plástico al medio ambiente de tal modo que exista buena ventilación y acceso a la luz natural.

Oscuridad: Los tubérculos se colocaron igualmente en jabas de plástico que fueron cubiertas con cartón negro para impedir el ingreso de luz y simular un ambiente continuamente oscuro pero adecuadamente ventilado.

Cámara Fría: Los tubérculos fueron colocados en jabas de plástico que se almacenaron en cámara fría facilitada por el Programa de Investigación y Proyección Social (PIPS) de Maíz a una temperatura constante de 10°C.

3.2 LOCALIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), la condición de almacenamiento Cámara Fría se ubicó en el Programa de Maíz de la UNALM y las condiciones de Luz Difusa y Oscuridad se instalaron en el PIPS Raíces y Tuberosas de la UNALM.

3.3 CONDICIONES AMBIENTALES

El experimento se inició el 19 de Junio del 2014 y las evaluaciones de comportamiento en post cosecha se realizaron durante 150 días (5 meses).

Los datos meteorológicos referenciales (temperatura y humedad relativa) para las condiciones de almacenamiento en luz difusa y oscuridad y que fueron proporcionados por la Estación “Alexander Von Humboldt” de la UNALM y correspondientes a los meses de Junio – Noviembre del 2014 se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1: Temperatura y humedad relativa en el periodo experimental

Mes	T (C°)máx.	T (C°) min	T(C°)prom.	H.R. (%)
Junio	21.8	16.9	19.1	75.3
Julio	18.4	18.4	18.4	84.3
Agosto	19.1	13.5	16.3	83.1
Septiembre	19.5	13.9	16.7	84.1
Octubre	21.8	14.4	18.1	80.3
Noviembre	22.6	15.9	19.2	78.4

Fuente: Estación Meteorológica Alexander Von Humbolt (UNALM)

3.4 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño estadístico completamente randomizado (DCR) con tratamientos en un arreglo factorial 5 x 3 (variedad x condición de almacenamiento) y con 5 repeticiones.

Las unidades experimentales en cada una de las cinco repeticiones estuvieron conformadas por 25 tubérculos colocados en el interior de bolsas de papel kraft abiertas las cuales fueron acondicionadas dentro de jabas de plástico en cada una de las condiciones de almacenamiento; de esta manera, cada tratamiento (variedad en condición de almacenamiento) estuvo conformado por un total de 75 tubérculos.

Los resultados de características determinadas por conteo y los expresados en porcentaje se analizaron mediante transformación de datos haciendo uso de Arcsenx.

3.5 EVALUACIONES REALIZADAS

Con una frecuencia de 5 a 7 días y a lo largo de 150 días se evaluaron las siguientes características indicadoras del comportamiento en post cosecha de los tubérculos de papa:

PERÍODO DE REPOSO: Se expresa como el periodo de días en los cuales las yemas son incapaces de brotar; se consideró finalizado el periodo de reposo cuando el 80% de los tubérculos presentaban por lo menos un brote iguales o mayores a 3 mm de longitud.

PERIODO DE BROTAÇÃO: Corresponde al número de días desde el inicio de brotación hasta que el 100% de los tubérculos presentaban el número máximo de brotes.

NUMERO DE BROTES POR TUBÉRCULO: Corresponde al número total de brotes con longitud mayor a 3 mm en cada uno de los tubérculos. El conteo se realizó al finalizar el periodo de almacenamiento.

ÍNDICE DE BROTAÇÃO: El índice de brotación es la relación del número promedio de brotes entre el numero promedio de ojos; multiplicado por cien representa el porcentaje de ojos brotados.

$$IB = (N^{\circ}Pb / N^{\circ}O) * 100$$

IB = Índice de brotación

Pb = Peso fresco de brotes

O = Número de ojos

PESO FRESCO DE BROTES: Es el peso del total de brotes de cinco tubérculos. La determinación de esta característica consistió en la extracción de brotes y pesaje en una balanza de precisión con aproximación de 0.1 g.

GRADO DE RAMIFICACIÓN DE LOS BROTES: El grado de ramificación de los brotes se midió de acuerdo al número de ramificaciones y se expresó según la siguiente escala:

- ✓ Bajo (≤ 5 ramas)
- ✓ Medio (6-9 ramas)
- ✓ Alto (≥ 10 ramas)

PÉRDIDA DE PESO TOTAL: En cada una de las variedades y condiciones de almacenamiento se evaluó la pérdida de peso de los 75 tubérculos con una frecuencia de 7 días hasta el final del almacenamiento.

PÉRDIDA DE PESO POR BROTAÇÃO: Se determinó de la siguiente manera:

$$PB = (Pfb / (Pit - Pft)) * 100$$

PB= Pérdida de peso por brotación

Pfb = Peso fresco de brotes

Pit= Peso inicial de tubérculo

Pft= Peso final de tubérculo

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PERIODO DE REPOSO

En el Cuadro 2 se muestra los periodos de reposo promedios de las variedades en las diferentes condiciones de almacenamiento. El análisis de variancia (Anexo 1.1) indicó que solamente las diferencias por efecto de los factores principales son significativas.

Cuadro 02: Periodo de reposo promedio (días) de las variedades de papa en las tres condiciones de almacenamiento.

Variedades	Condiciones de almacenamiento			Promedio
	Cámara fría	Luz difusa	Oscuridad	
Huayro	20.6	16.4	13.4	16.8 c
Peruanita	24.8	22.0	20.6	22.5 b
Canchan	31.8	23.4	23.4	26.2 b
Tumbay	7.8	7.8	7.8	7.8 d
Serranita	44.4	29.0	29.0	34.1 a
Promedio	25.9A	19.7 B	18.8 B	21.5

(*)Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$)

La variedad serranita tuvo mayor periodo de reposo con diferencias estadísticamente significativas con las otras variedades. Además, el periodo de reposo de serranita mostro una diferencia de 26.3 días con el periodo de reposo de la variedad Tumbay. Por otro lado, el periodo de reposo de las variedades Canchan y Peruanita fue alrededor de tres semanas y no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

En cuanto a las condiciones de almacenamiento, se observa que en cámara fría el periodo de reposo es significativamente mayor a las otras dos condiciones, las cuales no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas.

Los tubérculos de la variedad serranita presentaron mayor período de reposo en todas las condiciones de almacenamiento.

Palma (2009) y Lozano (1997) obtuvieron mayor periodo de reposo en condiciones de cámara fría, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio. De la misma manera, se confirma lo descrito por Túpac Yupanqui (1978) quien encontró que el periodo de reposo puede ser prolongado bajando la temperatura por debajo de 20°C.

4.2 PERIODO DE BROTAÇÃO

El análisis de variancia del periodo de brotación (Anexo 1.2) indicó haber diferencias significativas por efecto de los factores principales y de la interacción.

En el Cuadro 3 se presenta el periodo de brotación promedio de los tubérculos en las tres condiciones de almacenamiento. En general, se aprecia que los tubérculos de la variedad Tumbay brotaron por mayor tiempo (aproximadamente tres meses) y los de Serranita durante menor tiempo (aproximadamente dos meses). Por otro lado, en condiciones de luz difusa el periodo de brotación resultó más corto para Serranita, el cual difiere de las condiciones de cámara fría y oscuridad.

Cuadro 03: Período de brotación promedio (días) de las variedades en tres condiciones de almacenamiento.

Variedad	Condiciones de almacenamiento			
	Cámara fría	Luz difusa	Oscuridad	Promedio
Huayro	68.6	68.6	82.8	73.3
Peruanita	71.4	70.0	68.6	70.0
Canchan	71.4	67.2	68.6	69.1
Tumbay	87.0	88.4	87.0	87.5
Serranita	67.2	43.4	67.2	59.3
Promedio	74.8	67.5	74.8	72.4

En el Figura 2 se muestra la interacción de cada una de las variedades dentro de las diferentes condiciones de almacenamiento. El mayor periodo de brotación se presentó en la variedad Tumbay el cual no muestra diferencias estadísticamente significativas en las tres condiciones de almacenamiento; los tubérculos de serranita presentaron menor periodo de brotación en cualquier condición de almacenamiento.

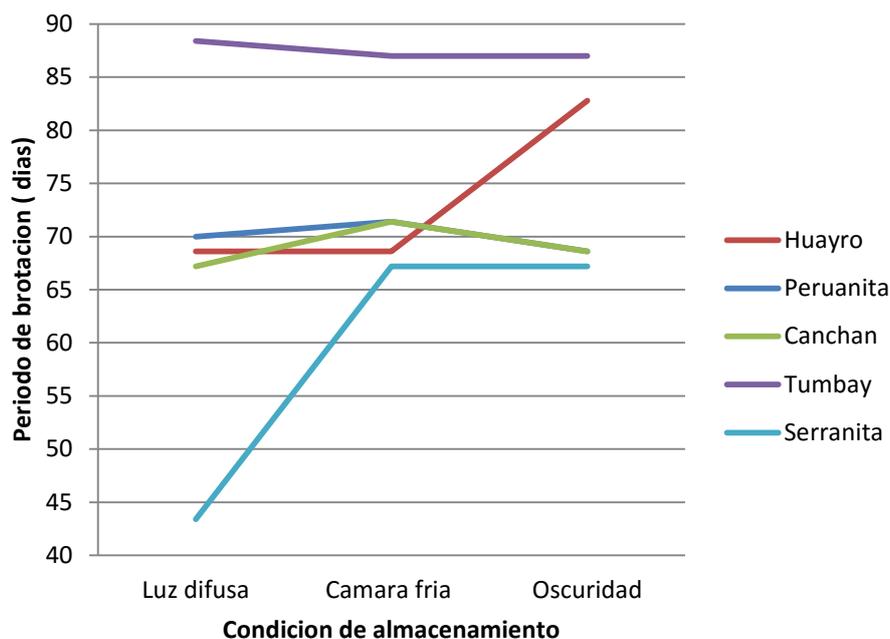


Figura 2: Periodo de brotación por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades

El Figura 3 muestra el periodo de brotación por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento por variedades. Se confirma que el periodo de brotación de las variedades Peruanita, Canchan y Tumbay es igual en las tres condiciones de almacenamiento mientras que el almacenamiento en oscuridad incrementó significativamente (en alrededor de dos semanas) el periodo de brotación de Huayro; finalmente, las condiciones de luz difusa redujeron significativamente (en aproximadamente tres semanas) el periodo de brotación de los tubérculos de la variedad Serranita.

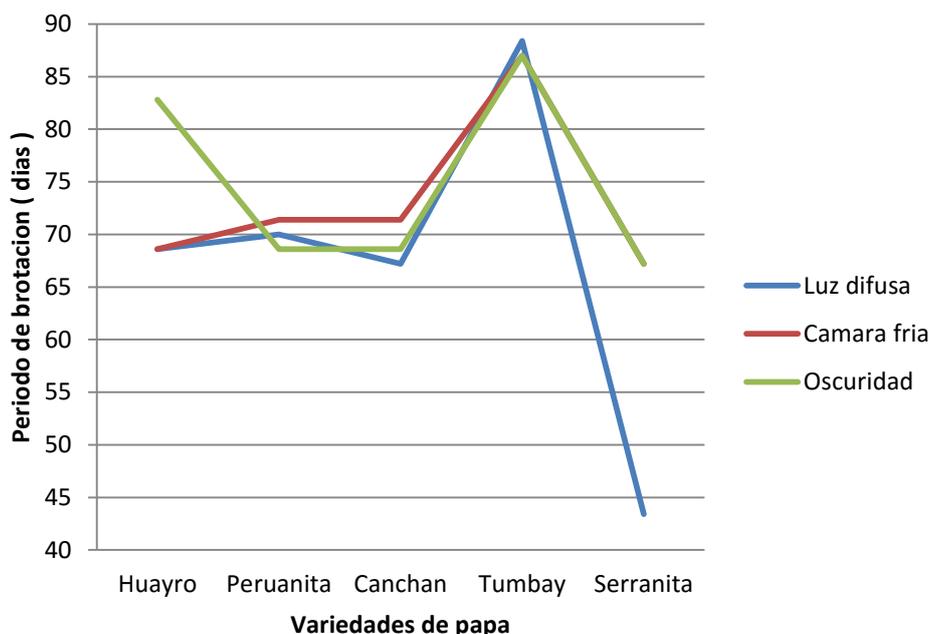


Figura 3: Periodo de brotación por efecto de la interacción Variedades en condiciones de almacenamiento

4.3 NÚMERO DE BROTES

Dado a que, en principio, el número de brotes de los tubérculos es dependiente del número de ojos y este, a su vez, es dependiente del tamaño o peso del tubérculo, en el cuadro 4 se presenta estos valores para los tubérculos de las variedades estudiadas.

Se aprecia que los tubérculos de las variedades nativas Huayro y Tumbay presentaron el mayor número de ojos y de brotes mientras que los de Serranita fueron los de menor número de ojos y de brotes. Estas respuestas serían explicadas por las diferencias en la naturaleza genética de las variedades en estudio.

Los resultados confirmaron la relación directa entre el número de ojos con el número de brotes. De la misma manera, se aprecia relación directa entre el número total de brotes con el número de brotes por cada 50 gramos lo que significa que el tamaño de tubérculos no ha generado diferencias en la brotación.

Cuadro 4. Número de ojos y de brotes totales por Tubérculo entero y por cada 50 gramos de peso

Variedades	Nº de ojos Por tubérculo	Nº total de brotes por tubérculo	Nº brotes por cada 50 g de tubérculo
Huayro	12.40	10.56	3.78
Tumbay	10.01	8.09	2.90
Peruanita	9.72	4.51	2.59
Canchan	7.46	3.89	1.74
Serranita	5.31	3.73	1.11

En el Cuadro 5 se presenta la variación del número promedio de brotes de los tubérculos durante cinco meses en las tres condiciones de almacenamiento. En el primer mes los tubérculos de la variedad Tumbay presentaron mayor número de brotes, mientras que la variedad Huayro presentó mayor número de brotes desde el segundo hasta el quinto mes. En general, el número de brotes de la variedad Huayro se incrementó en 4.6 brotes entre el primer y quinto mes mientras que las demás variedades sólo incrementaron entre 1.0 a 1.5 brotes en el mismo periodo de meses.

En el Cuadro 6 se presenta el número promedio de brotes al quinto mes de evaluación. En general, se aprecia que los tubérculos de las variedades Huayro y Tumbay presentaron el mayor número de brotes a diferencia de la variedad Serranita cuyo número de brotes fue el menor. Por otro lado, las tres condiciones de almacenamiento no afectaron el número promedio de brotes. El análisis de variancia del número de brotes (Anexo 1.3) indicó que existen diferencias significativas por efecto de los factores principales y de la interacción.

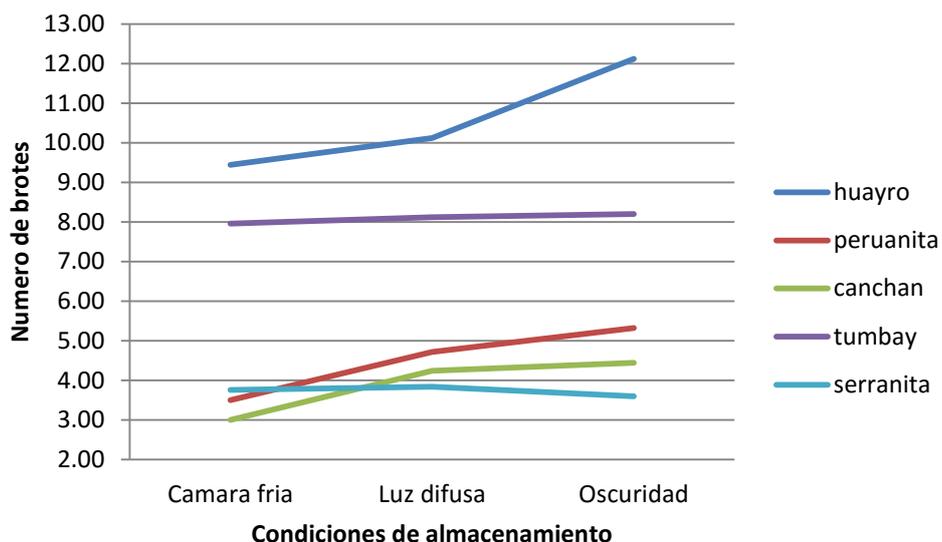
En las figuras 4 y 5 se muestra las diferentes interacciones de las variedades y condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación. El número de brotes en la variedad Huayro se incrementó significativamente en oscuridad y no mostró diferencias estadísticamente significativas en Cámara Fría y Luz Difusa; los tubérculos de las variedades Tumbay y Serranita no mostraron diferencia en el número de brotes por efecto de las condiciones de almacenamiento.

Cuadro 5: Variación del número promedio de brotes en cinco meses

Variedad	Condiciones de almacenamiento	Meses de almacenamiento				
		1	2	3	4	5
Huayro	Cámara fría	5.32	7.84	9.36	9.40	9.44
	Luz difusa	5.20	7.48	9.12	9.62	10.12
	Oscuridad	7.32	11.60	11.76	11.94	12.12
	Promedio	5.95	8.97	10.08	10.32	10.56
Peruanita	Cámara fría	1.50	2.70	3.00	3.50	3.50
	Luz difusa	4.12	4.00	4.72	4.72	4.72
	Oscuridad	3.52	4.68	5.20	5.26	5.32
	Promedio	3.05	3.79	4.31	4.49	4.51
Canchan	Cámara fría	1.50	2.30	2.30	3.00	3.00
	Luz difusa	3.88	4.04	4.12	4.18	4.24
	Oscuridad	2.84	3.84	4.24	4.34	4.44
	Promedio	2.74	3.39	3.55	3.84	3.89
Tumbay	Cámara fría	6.40	7.24	7.92	7.94	7.96
	Luz difusa	7.68	7.92	8.04	8.08	8.12
	Oscuridad	7.68	8.04	8.20	8.20	8.20
	Promedio	7.25	7.73	8.05	8.07	8.09
Serranita	Cámara fría	2.64	3.24	3.76	3.76	3.76
	Luz difusa	2.96	3.64	3.76	3.80	3.84
	Oscuridad	2.44	3.36	3.36	3.48	3.60
	Promedio	2.68	3.36	3.63	3.48	3.73
Promedio		4.33	5.46	5.92	6.07	6.16

Cuadro 6: Número de brotes promedio al quinto mes de evaluación.

Variedades	Condiciones de almacenamiento			Promedio
	Cámara fría	Luz difusa	Oscuridad	
Huayro	9.44	10.12	12.12	10.56
Peruanita	3.50	4.72	5.32	4.51
Canchan	3.00	4.24	4.44	3.89
Tumbay	7.96	8.12	8.20	8.09
Serranita	3.76	3.84	3.60	3.73
Promedio	5.53	6.21	6.74	6.16



Figuras 4: Número de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación

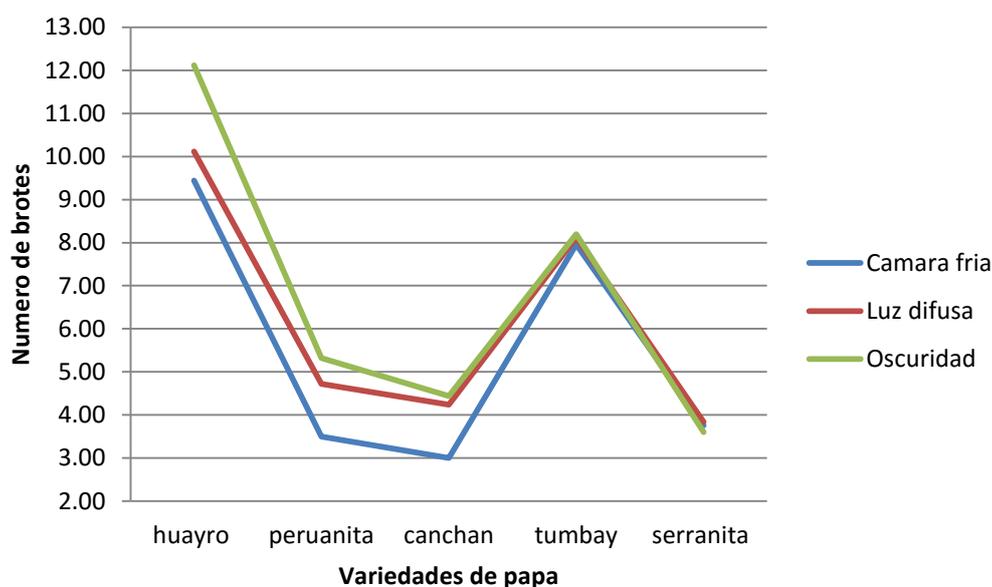


Figura 5: Número de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación.

Palma (2009) encontró que los tubérculos de Peruanita y Tumbay almacenados en oscuridad presentaron igual número de brotes; en el presente estudio el número de brotes de estas dos variedades almacenadas en oscuridad fueron estadísticamente diferentes. El mismo autor concluyó que durante los dos primeros meses los tubérculos de Peruanita almacenados en Cámara Fría producen mayor número de brotes respecto a los almacenados en Oscuridad, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente experimento.

4.4 ÍNDICE DE BROTACION

En el Cuadro 7 se muestra el Índice de Brotación (%) al quinto mes de almacenamiento. En general, se aprecia que los tubérculos de la variedad Huayro, al presentar mayor número de ojos mostraron mayor Índice de Brotación. Por otro lado, en condiciones de Cámara Fría el Índice de Brotación promedio resultó menor. El análisis de variancia del Índice de Brotación (Anexo 1.4) indicó haber diferencias significativas por efecto de los factores principales y de la interacción.

Cuadro 7: Índice de Brotación (%) al quinto mes de almacenamiento

Variedad	Condiciones de almacenamiento			
	Cámara Fría	Luz Difusa	Oscuridad	Promedio
Huayro	61.23	72.71	78.42	70.79
Peruanita	35.38	37.94	40.47	37.93
Canchan	42.86	44.68	47.61	45.05
Tumbay	50.47	66.24	65.55	60.76
Serranita	38.37	53.62	49.30	47.10
Promedio	45.66	55.04	56.27	52.32

En las figuras 6 y 7 se muestran las diferencias gráficas por efecto de las interacciones variedades y condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación. El índice de Brotación de las variedades fue significativamente menor en cámara fría.

El Índice de Brotación de los tubérculos de Huayro mostró diferencias estadísticamente significativas en todas las condiciones de almacenamiento mientras que los tubérculos de Canchan, Serranita y Tumbay no mostraron diferencias estadísticas en Luz Difusa y Oscuridad.

Palma (2009) encontró que los Índices de Brotación de los tubérculos de Peruanita almacenados en Cámara Fría y Oscuridad no presentaron diferencias significativas e indicó que esta variedad presentó el menor índice de Brotación respecto a la variedad Tumbay. Estos resultados coinciden con el presente estudio. El mismo autor no encontró diferencias significativas en el Índice de Brotación en los tubérculos de la variedad Tumbay mientras que en el presente estudio el almacenamiento en Cámara fría difiere significativamente de las otras dos condiciones de almacenamiento.

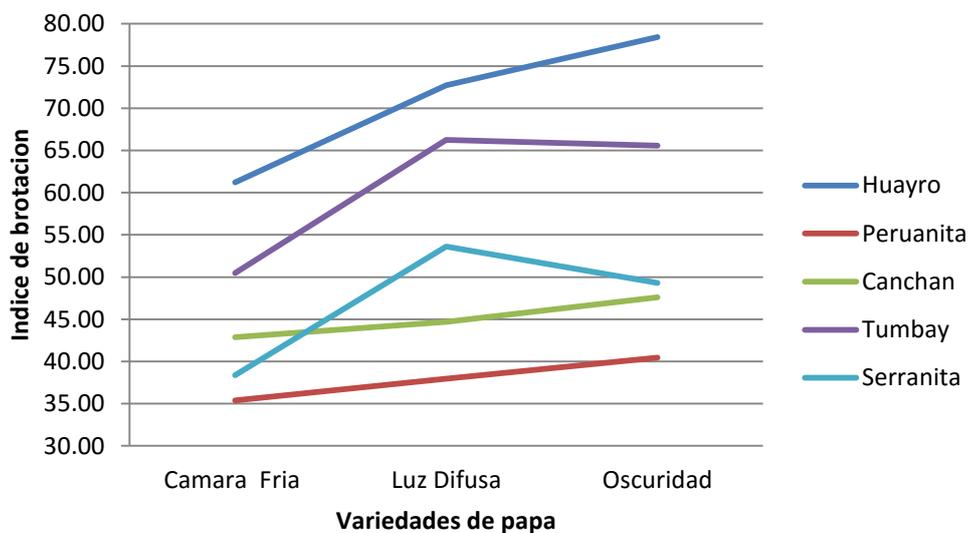


Figura 6: Índice de brotación por efecto de la Interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación.

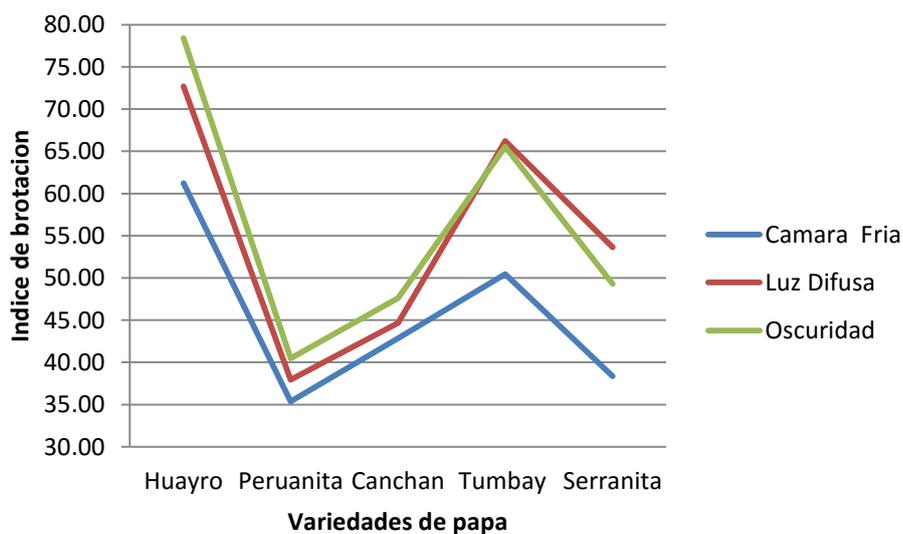


Figura 7: Índice de Brotación (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación.

4.5 PESO FRESCO DE BROTES A LOS CINCO MESES DE ALMACENAMIENTO

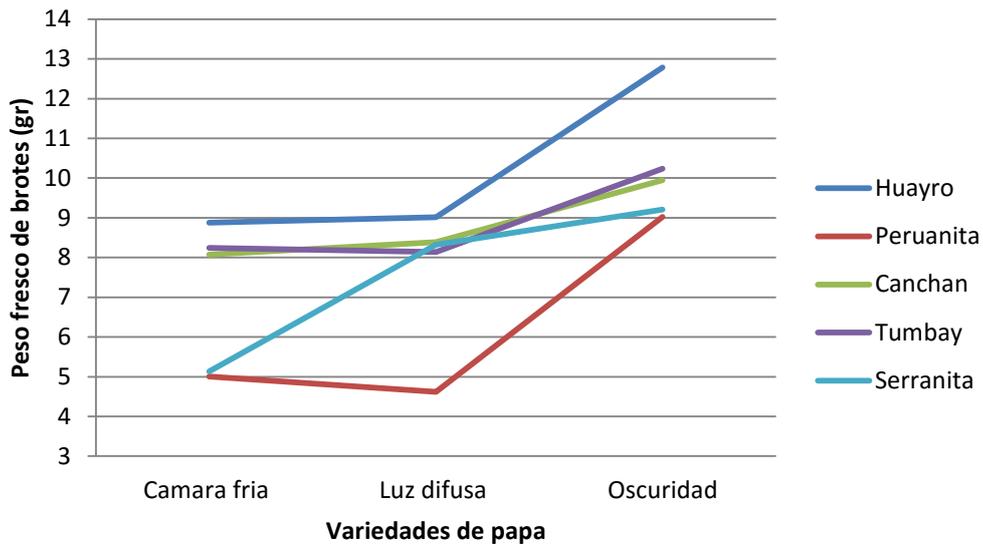
En el Cuadro 8 se muestra los promedios de peso fresco de brotes a los cinco meses de almacenamiento. Se aprecia que los tubérculos de la variedad Huayro presentaron mayor peso fresco de brotes, debido a que esta variedad presentó el mayor número de brotes las cuales fueron vigorosos y largos a diferencia de la variedad Peruanita que presentó el menor peso de brotes debido a que sus brotes fueron en menor número, cortos y delgados.

Por otro lado, en condiciones de Oscuridad se obtuvo el mayor peso fresco de brotes ya que en esta condición el Índice de Brotación fue mayor. El análisis de varianza del peso fresco de brotes (Anexo 8) indicó haber diferencias estadísticamente significativas por el efecto de los factores principales y de la interacción.

En las figuras 8 y 9 se muestra efectos de las interacciones de las variedades y condiciones de almacenamiento sobre el peso fresco de brotes al quinto mes de evaluación. Todas las variedades presentaron mayor peso fresco de brotes en Oscuridad; en esta condición los brotes fueron etiolados y ramificados, mientras que en Cámara Fría y Luz Difusa solamente los brotes de Serranita mostraron diferencia en sus pesos.

Cuadro 8: Peso fresco (gr) de brotes por tubérculo al quinto mes de almacenamiento.

Variedad	Condiciones de almacenamiento			Promedio
	Cámara fría	Luz difusa	Oscuridad	
Huayro	8.8	9.0	12.8	10.2
Peruanita	5.0	4.6	9.0	6.2
Canchan	8.0	8.3	9.9	8.8
Tumbay	8.2	8.1	10.2	8.9
Serranita	5.1	8.3	9.2	7.6
Promedio	7.1	7.7	10.2	8.34



Figuras 8: Peso fresco de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación

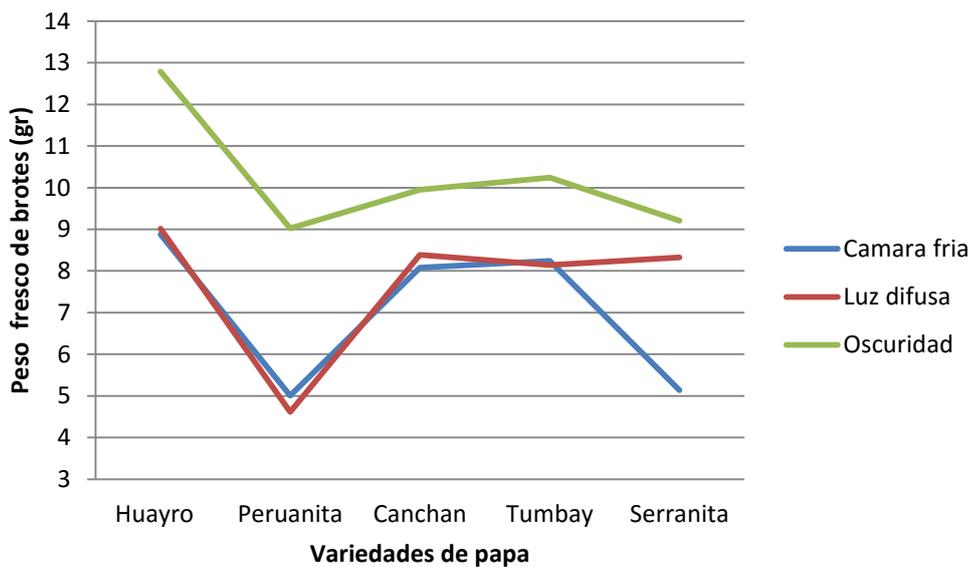


Figura 9: Peso fresco de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación

Palma (2009), encontró que los tubérculos de la variedad Peruanita almacenados en Cámara Fría obtuvieron menor peso fresco de brotes comparados con los de Tumbay, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

4.6 GRADO DE RAMIFICACIÓN DE BROTES

En el Cuadro 9 se presenta el grado de ramificación de brotes al quinto mes de almacenamiento. En general, se aprecia que los tubérculos de las variedades Canchan, Tumbay y Serranita obtuvieron mayor grado de ramificación en todas las condiciones de almacenamiento. Todas las variedades mostraron el mayor grado de ramificación en condiciones de oscuridad. El análisis de variancia del grado de ramificación (Anexo 1.6) indico haber diferencias significativas por efecto de los factores principales y de la interacción.

En las figuras 10 y 11 se muestran los diferentes grados de ramificación por efecto de las interacciones variedades y condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación. El grado de ramificación de los brotes de los tubérculos de Canchan y Serranita fueron los mayores en las tres condiciones de almacenamiento y no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

El grado de ramificación de brotes de los tubérculos de Huayro y Peruanita almacenados en Cámara Fría fueron los más bajos. Los brotes de los tubérculos de Tumbay presentaron con mayor frecuencia necrosis apical producida por deficiencia de calcio.

Cuadro 9: Grado de ramificación promedio al quinto mes de almacenamiento

Variedad	Grado de ramificación			Promedio
	Cámara fría	Luz difusa	Oscuridad	
Huayro	6.0	7.0	10.0	7.7
Peruanita	5.0	7.0	10.0	7.3
Canchan	10.0	10.0	10.0	10.0
Tumbay	10.0	8.0	10.0	9.3
Serranita	10.0	10.0	10.0	10.0
Promedio	8.2	8.4	10	8.9

Bajo (≤ 5 ramas), Medio (6-9 ramas) y Alto (≥ 10 ramas)

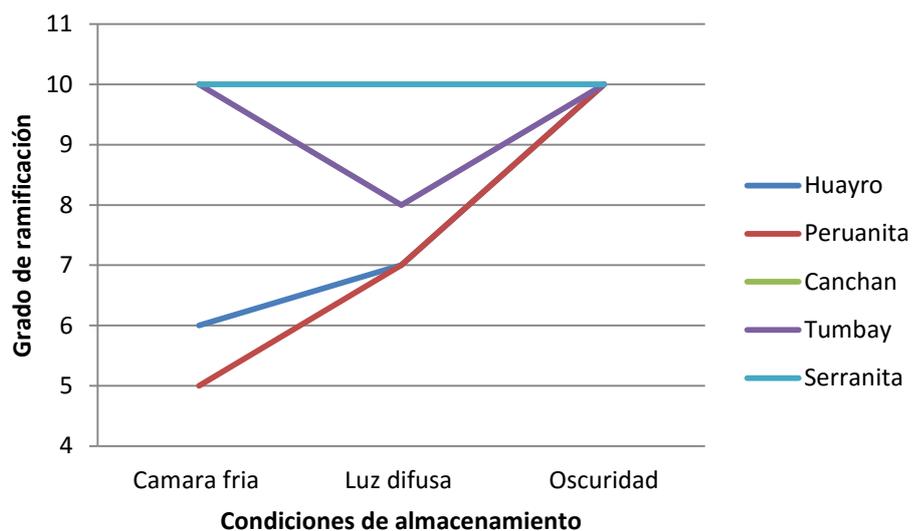


Figura 10: Grado de ramificación de brotes por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación

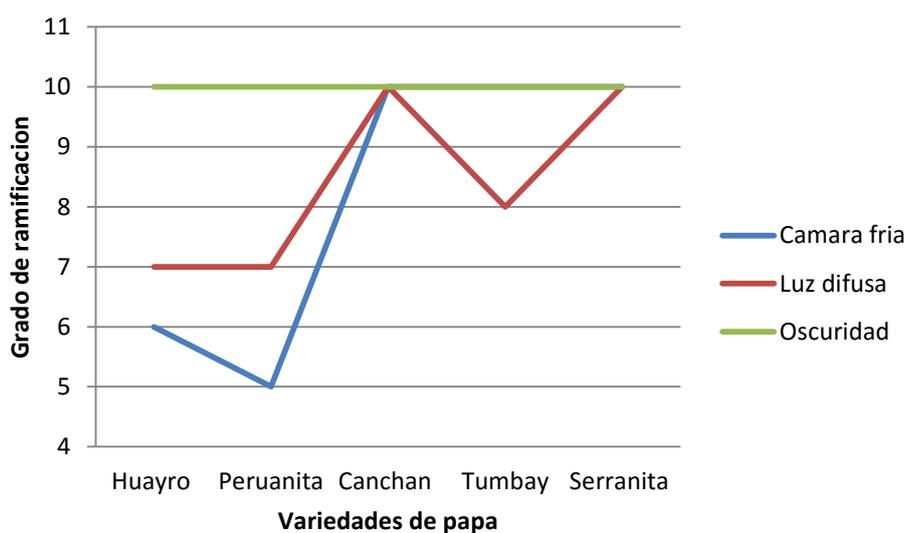


Figura 11: Grado de ramificación de brotes por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación

Palma (2009), determinó que los brotes de las variedades Peruanita y Tumbay almacenados en Oscuridad presentaron menor grado de ramificación lo cual coincide con el resultado del presente trabajo.

4.7 PÉRDIDA DE PESO TOTAL

En el Cuadro 10 se presenta los porcentajes de pérdida de peso total de los tubérculos en las tres condiciones de almacenamiento durante los cinco meses de almacenamiento. Los tubérculos de cada variedad evaluadas registraron la mayor pérdida de peso entre el tercer y cuarto mes, siendo los de la variedad Tumbay los que perdieron el mayor peso (47.64 %) en comparación con las otras variedades, además, esta variedad presenta mayor pérdida de peso total en las tres condiciones de almacenamiento.

Cuadro 10: Pérdida de peso total promedio (%) en cinco meses de evaluación.

Variedad	Condición de almacenamiento	Meses de almacenamiento				
		1	2	3	4	5
Huayro	Cámara fría	3.34	7.33	14.10	20.25	28.88
	Luz difusa	3.44	7.48	14.28	21.66	28.92
	Oscuridad	3.45	7.66	14.45	23.42	29.52
	Promedio	3.41	7.49	14.28	21.78	29.11
Peruanita	Cámara fría	4.15	9.13	16.88	25.48	30.68
	Luz difusa	4.42	9.18	16.86	25.63	30.63
	Oscuridad	4.53	9.52	17.13	26.88	33.47
	Promedio	4.37	9.28	16.96	26.00	31.59
Canchan	Cámara fría	2.35	5.25	11.29	21.56	27.06
	Luz difusa	2.06	5.43	11.43	21.64	28.01
	Oscuridad	2.22	5.51	11.61	21.86	28.33
	Promedio	2.21	5.40	11.44	21.68	27.80
Tumbay	Cámara fría	6.86	16.62	27.70	39.63	47.16
	Luz difusa	7.09	16.89	27.84	40.07	47.30
	Oscuridad	7.56	17.02	27.95	40.54	48.47
	Promedio	7.17	16.84	27.83	40.08	47.64
Serranita	Cámara fría	3.27	6.66	11.45	18.06	23.50
	Luz difusa	3.35	7.10	13.19	21.34	27.28
	Oscuridad	3.44	7.10	14.18	23.17	29.07
	Promedio	3.35	6.96	12.94	20.85	26.61
Promedio mensual		4.10	9.19	16.69	26.08	32.55

En el cuadro 11, se presenta la Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción condición de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación. En general, se aprecia que los tubérculos de la variedad Tumbay presentaron mayor pérdida de peso total, este resultado puede estar influenciado con el estado de madures del tubérculo, los porcentajes de materia seca, inicio de brotación, tamaño del tubérculo y las capas del peridermo del tubérculo las cuales están influenciadas directamente con la respiración y transpiración del tubérculo y de los brotes, la cual es un indicador para la pérdida de peso.

Cuadro 11: Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción condición de almacenamiento y variedades al quinto mes de evaluación.

variedades	Condiciones de almacenamientos			
	Cámara Fría	Luz Difusa	Oscuridad	Promedio
Huayro	28.88	28.92	29.52	29.11
Peruanita	30.68	30.63	33.47	31.59
Canchan	27.06	28.01	28.33	27.80
Tumbay	47.16	47.30	48.47	47.64
Serranita	23.50	27.28	29.07	26.61
Promedio	31.45	32.43	33.77	32.55

En las figuras 12 y 13 se muestran las diferentes perdidas de peso total por efecto de las interacciones variedades y condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación. En los Gráficos al igual que el Cuadro anterior los tubérculos de la variedad Tumbay son significativamente mayores en la pérdida de peso total a comparación con las otras variedades por razones explicadas en el cuadro anterior, pero no presentan diferencias estadísticas significativas en las tres condiciones de almacenamiento al igual que las otras cuatro variedades evaluadas Anexo (1.7).

Palma (2009) encontró que los tubérculos de la variedad Tumbay presentan mayores pérdidas que la variedad Peruanita, lo cual coincide con los resultados obtenidos en el presente estudio.

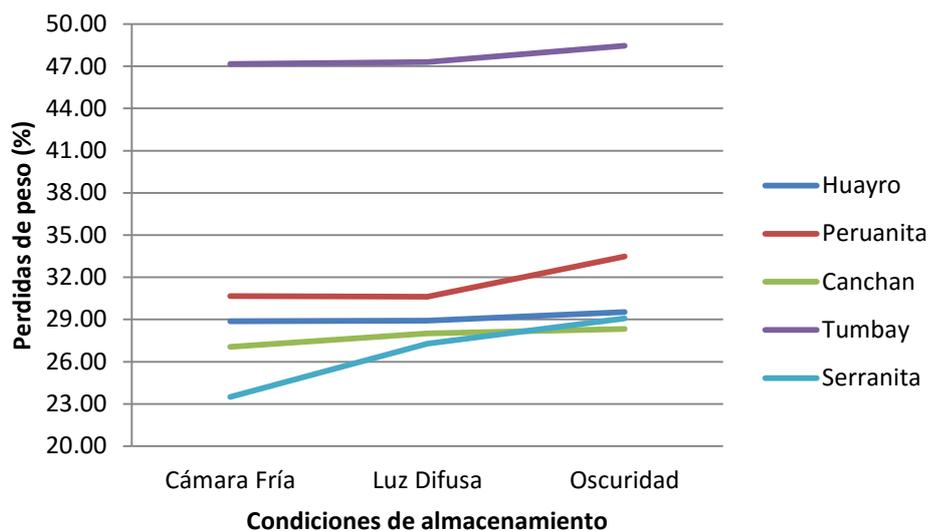


Figura 12: Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación

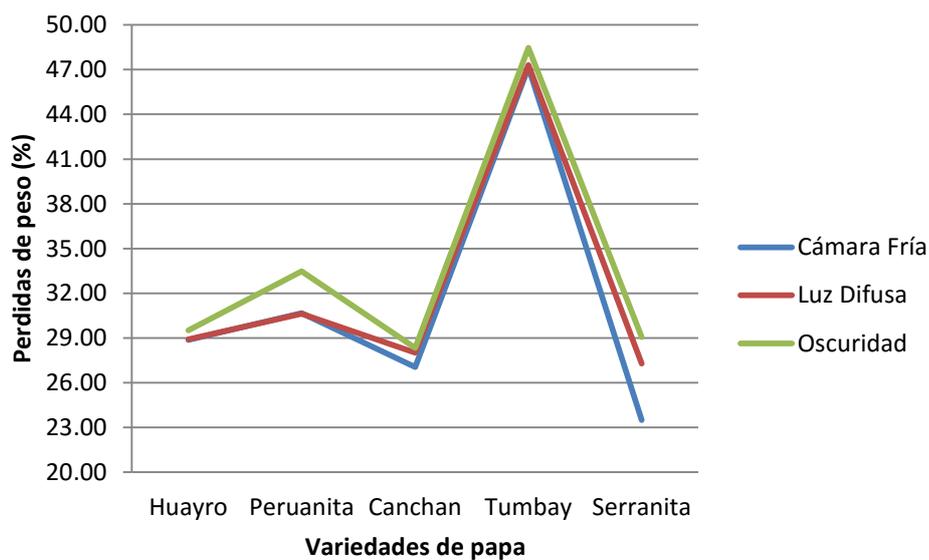


Figura 13: Pérdida de peso total (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación

4.8 PÉRDIDA DE PESO POR BROTAÇÃO (%)

En Cuadro 12 se muestra la pérdida de peso promedio (%) por brotación al quinto mes de almacenamiento, en general, se aprecia que los tubérculos de Tumbay presentan significativamente menor porcentaje en la pérdida de peso por brotación a comparación de las demás variedades. Los tubérculos almacenados en Oscuridad prestan significativamente mayor pérdida de peso por brotación a comparación de cámara fría y luz difusa (Anexo 1.8),

Debido a que los tubérculos en oscuridad producen un gran crecimiento de brotes, teniendo los tubérculos que suplir de nutrientes y altas cantidades de agua y la pérdida será mayor. En cambio los tubérculos almacenados en luz, los brotes se mantienen cortos, con bajos porcentajes de agua, sin demandar del tubérculo niveles de translocación de nutrientes y agua, la luz inhibe el crecimiento exagerado de los brotes y por lo tanto evita el traslado de grandes cantidades de nutrientes del tubérculo a los brotes.

Cuadro 12: Pérdida de peso promedio por brotación (%) al quinto mes de almacenamiento

Variedad	Condiciones de almacenamiento			
	Cámara fría	luz difusa	oscuridad	Promedio
Huayro	20.6	21.1	22.7	21.5
Peruanita	16.5	16.9	30.9	21.5
Canchan	20.8	22.7	24.4	22.6
Tumbay	13.2	13.9	15.8	14.3
Serranita	16.2	20.0	21.8	19.3
Promedio	17.4	18.9	23.1	19.8

En las figuras 14 y 15, se muestra la variación de la pérdida de peso por brotación (%) de las cinco variedades en las diferentes condiciones de almacenamiento al quinto mes de evaluación. Se confirma que las cinco variedades de papa en la condición de Oscuridad presentaron mayor pérdida de peso por brotación (Cuadro 12), debido a que en esta condición los brotes tienden a etiolarse la cual resultara tener una mayor longitud de brotes, presentando una mayor pérdida de peso debido a que los procesos de respiración y transpiración de los brotes son mayores, mientras la pérdida de peso por brotación de las cinco variedades fue significativamente menor en Cámara Fría (Anexo 1.8), ya que en esta condición presentan menor número de brotes y de menor longitud.

Palma (2009), afirma que los tubérculos de variedad Tumbay presentan mayor porcentaje de pérdida de peso por brotación que Peruanita, lo cual coincide con lo observado en el presente estudio.

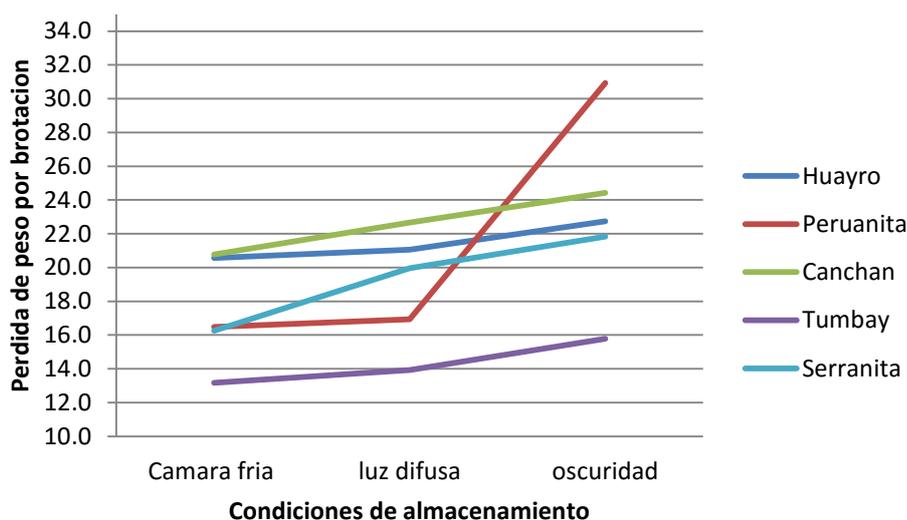


Figura 14: variación de la pérdida de peso por brotación (%) por efecto de la interacción variedades en condiciones de almacenamiento en el quinto mes de evaluación

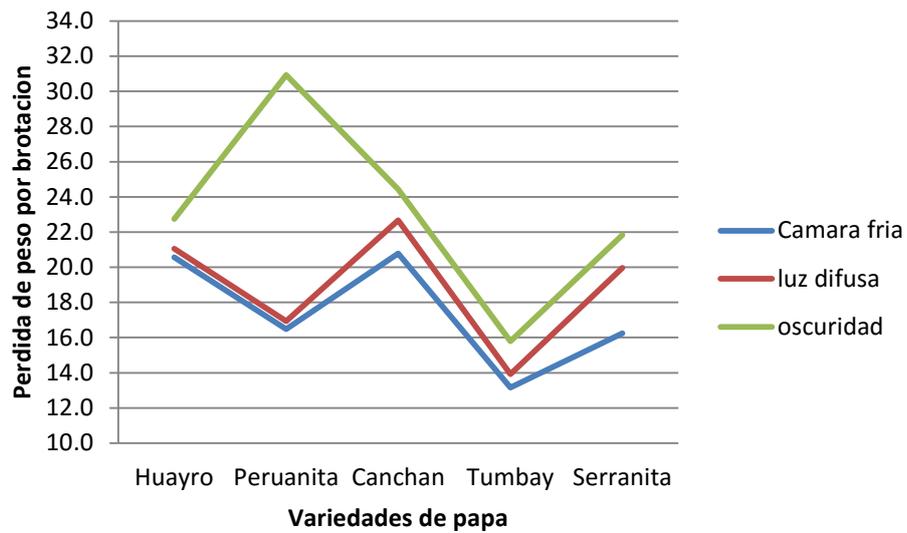
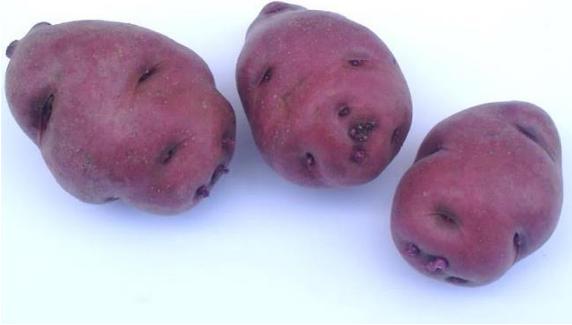


Figura 15: variación de la pérdida de peso por brotación (%) por efecto de la interacción condiciones de almacenamiento y variedades en el quinto mes de evaluación

HUAYRO

Cámara Fría (primer mes)



Cámara fría (quinto mes)



Luz difusa (primer mes)



Luz difusa (quinto mes)



Oscuridad (primer mes)



Oscuridad (quinto mes)



Figura 16: Tubérculos de las variedad Huayro al inicio y final del periodo de almacenamiento

PERUANITA

Cámara fría (primer mes)



Cámara fría (quinto mes)



Luz difusa (primer mes)



Luz difusa (quinto mes)



Oscuridad (primer mes)



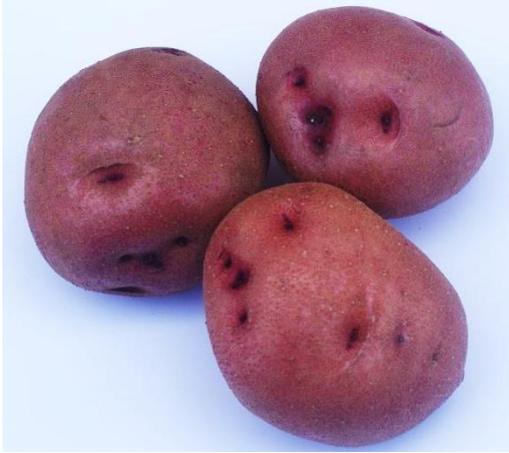
Oscuridad (quinto mes)



Figura 17: Tubérculos de las variedad Peruanita al inicio y final del periodo de almacenamiento

CANCHAN

Cámara fría (primer mes)



Cámara fría (quinto mes)



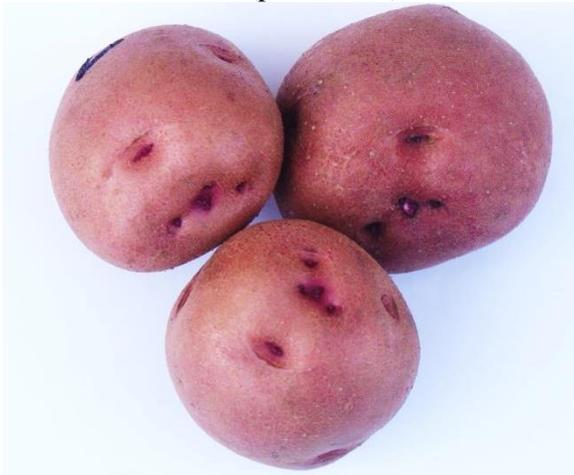
Luz difusa (primer mes)



Luz difusa (quinto mes)



Oscuridad (primer mes)



Oscuridad (quinto mes)



Figura 18: Tubérculos de las variedad Canchan al inicio y final del periodo de almacenamiento

TUMBAY

Cámara fría (primer mes)



Cámara fría (quinto mes)



Luz difusa (primer mes)



Luz difusa (quinto mes)



Oscuridad (primer mes)



Oscuridad (quinto mes)



Figura 19: Tubérculos de las variedad Tumbay al inicio y final del periodo de almacenamiento

SERRANITA

Cámara fría (primer mes)



Cámara fría (quinto mes)



Luz difusa (primer mes)



Luz difusa (quinto mes)



Oscuridad (primer mes)



Oscuridad (quinto mes)



Figura 20: Tubérculos de las variedad Serranita al inicio y final del periodo de almacenamiento

V. CONCLUSIONES

1. Los tubérculos de las variedades Peruanita y Tumbay presentan muy corto y corto períodos de reposo, por otro lado los tubérculos de Canchan y Serranita almacenados en cámara fría reducen significativamente el periodo de reposo.
2. Por la importancia comercial de la papa amarilla “Tumbay”, las condiciones de almacenamiento en bajas temperaturas (10°C constantes) no son suficientes para prolongar su vida comercial ni para mejorar su menor capacidad de conservación.
3. Los tubérculos de la variedad ‘Huayro’ almacenados en oscuridad incrementan su periodo de brotación, el número de brotes, índice de brotación y, por consiguiente, incrementan su pérdida total de peso.
4. Los tubérculos almacenados en Oscuridad presentan significativa mayor pérdida de peso por brotación con respecto a los tubérculos almacenados en cámara fría y luz difusa, así mismo incrementan significativamente el grado de ramificación de los brotes de todas las variedades.

VI. RECOMENDACIONES

1. En los próximos trabajos de investigación de tubérculos en poscosecha deben realizar mediciones de la actividad respiratoria.
2. Nuevas investigaciones de poscosecha debe evaluar las diferencias de comportamiento de las variedades de acuerdo a su procedencia (Costa, Sierra), su grupo taxonómico (Nativas o Modernas) y uso (Blancas, Amarillas, Amargas, Industriales, etc.).
3. Registrar Temperatura y Humedad Relativa dentro de las instalaciones del experimento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. APPLEMAN, C. O. 1925. Apical dominance in potatoes as an index of seed value. The potatoe News Bulletin. 2 (9): 357-358.
2. BEUKEMA, H.P. Y VAN DER ZAAG, D. E., 1979. Potato improvement, some factors and facts. International Agricultural Centre. Wageningen- Holanda. 87p.
3. BOOTH, R. H. Y SHAW, R. L. 1989. Principios de almacenamiento de papa. Centro Internacional de la papa. Ediciones: Agropecuaria Hemisferio Sur. 116p.
4. BURTON, W., VAN ES, A. Y HARTMANS, K.J. 1992. The physics and physiology of storage. En: The potato crop: The scientific basis for improvement, Harris P.M.(ed). Chapman y Hall, 2° ed. London (UK): 608:727.
5. BURTON, W.G. 1963. Concepts and mechanism of dormancy. In: The growth of the potatoes. Ivins J.D. and Miltorpe F.L). Butteworths, London :17-41.
6. BURTON, W.G. 1978. The physics and physiology of storage. In: The potato crop. Harris P.M. (ed.) Chapman y Hall. London: 545-607.
7. BURTON, W.G. 1973. Physiological and biochemical changes in tuber as affected by storage conditions. En: European Association Research abstracts of 5° triennial triennial conference, 1972:63-68.
8. CALDIZ, D.O. 1988. Fisiología de los tubérculos de papa semilla durante el cultivo y el almacenamiento. FRIGOPAP.S.A. Buenos aires – A rgentina. 23p.
9. CHRISTIANSEN, J. 1967. El cultivo de la papa en el Perú. Lima- Peru. 351p.

10. DAVISON, T.M. 1958. Dormancy in the potato tuber and effects of storage condition on initial sprouting and on subsequent sprout growth. American Potato Journal (USA).451-465.
11. Egùsquiza B.R., 2000. la papa producción, transformación y comercialización. UNALM – ADEX.Peru,74p.
12. GARCIA, L.E 1983. Conservación de la producción Agrícola.1º Edicion. Edit. AEROS, Barcelona España. 188p.
13. HEADFORD, D.W.R. 1962. Sprout development and subsequent plant growth. European Potato Journal.5 (1):14-22.
14. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), 2009. Catálogo de nuevas variedades de Papa. Lima- Perú. 60-63p.
15. LEÓN, O.M.E. 1996. Relación entre la oportunidad de cosecha de papa amarilla “Peruanita” (*Solanum goniocalyx. Juz. et Buk.*) y su comportamiento post- cosecha. Tesis Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.138p.
16. LOPEZ, C. P.; EGUSQUIZA,B.R. Y VILLAGOMEZ, C.V. 1980.Cultivo de la papa.Centro Nacional de Capacitacion e investigación para la reforma Agraria.(CENCIRA). Lima-Perú.197P.
17. LOZANO, B.M. 1997. Comportamiento de la papa huayro (*Solanum x chaucha Juz. et. Buk*) en tres condiciones de almacenamiento.Tesis Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 89p.
18. MAMANI, P. 1993. Propiedades de tubérculo. Curso regional sobre almacenamiento de papa. Cochabamba- Bolivia.8p.

19. MARTINEZ, C. 1987. Aspectos fisiológicos en el cultivo de papa. En: El cultivo de papa con énfasis en producción de semilla. Programa de Investigación de papa. Programa de papa de la UNALM. Lima- Perú. 37-67.
20. MONTAÑEZ, M. L.R.2014, “Caracterización biológica de tubérculos de papas nativas (*Solanum pp.*) almacenados en luz difusa y oscuridad. Tesis ingeniero Agrónomo. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 60p.
21. PALMA, M.H. 2009. Comportamiento de tres variedades de papa amarilla (*Solanun gonicalix Juz et Buk*) en tres condiciones de almacenamiento en costa y sierra. Tesis Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.97p.
22. PORTA, CH. R. 1990. Estudio del crecimiento, rendimiento y comportamiento post cosecha de híbridos de papa (*Solanum tuberosum l.*) evaluados en la sierra Central del Perú.Tesis Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.67p.
23. PORTILLO, F. L. 1997. Conservación de tubérculos de papa amarilla “Peruanita” (*Solanum goniocalyx Juz. et Buk*) en diferentes modelos de almacenamiento. Tesis Ingeniero agrónomo. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina .76p.
24. RASTOVSKI, A. 1981. Storage of potatoes. Post- haverst behaviour, storage design, storage practice and handling. Center For Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen.169-172p.
25. RHOADES, R.; BENAVIDES, M.; RECHARTE, J. Y BOOTH, R. 1988. Traditional potato storage in Peru: Farmers Knowledge and practices. Centro Internacional de la papa. Lima- Perú. 67p.
26. RODRIGUEZ, F. 1961. Cosecha, Manipuleo y almacenamiento de papa. Ministerio de Agricultura (CIPA). Boletín técnico N°14, Lima – Perú. 12p.

27. SHAW, R.L. y BOOTH, R.H. 1980. Introducción al almacenamiento de papa. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú. 1-12p.
28. TUPAC YUPANQUI, A.L. 1978. Aspectos fisiológicos del almacenamiento en los tubérculos semilla, influencia de la temperatura y la luz. Tesis Ingeniero agrónomo y Magister Scientae. Universidad Nacional Agraria La Molina. 144p.
29. WIERSEMA, S. 2002. Desarrollo fisiológico de los tubérculos – semilla de papa. INIA. Centro Internacional de la Papa. Lima – Perú. 20- 38p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios (CM) y significación estadística de los análisis de variancia del periodo de reposo, periodo de brotación, numero de brotes, índice de brotamiento, peso fresco de brotes, grado de ramificación, pérdida de peso total y la pérdida de peso por brotación.

FV	GL	CM ₁	CM ₂	CM ₃	CM ₄
Variedad	4	1471.51 *	1558.45 *	138.13*	2623.1*
Condición de almacenamiento	2	367.84 *	366.25 *	9.11 *	841.53 *
V*C	8	58.32 ns	237.45 *	2.02 *	77.18 *
Coeficiente de Variabilidad (%)		25.1	8.08	13.68	13.83
FV	GL	CM ₅	CM ₆	CM ₇	CM ₈
Variedad	4	34.46 *	24.67 *	1118.89 *	160.10 *
Condición de almacenamiento	2	70.6 *	24.33 *	33.32 *	197.87 *
V*C	8	4.7 *	8.92 *	6.32 *	58.26 *
Coeficiente de Variabilidad (%)		11.08	15.27	7.81	9.94

CM₁ = Periodo de reposo

CM₂ = Periodo de brotación

CM₃ = Número de brotes al quinto mes de almacenamiento

CM₄ = Índice de brotamiento

CM₅ = Peso fresco de brotes al quinto mes de almacenamiento

CM₆ = Grado de ramificación

CM₇ = Pérdida de peso total al quinto mes de almacenamiento

CM₈ = pérdida de peso por brotación al quinto mes de almacenamiento

(*) = Significativo

n.s. = No significativo

ANEXO1.1 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Periodo de Reposo por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n=25)

Variedades	Promedio (n =15)	Agrupación			
Serranita	34.1	A			
Canchan	26.2		B		
Peruanita	22.5		B		
Huayro	16.8			C	
Tumbay	7.8				D

Condición	Promedios (n =25)	Agrupación	
Cámara Fría	25.9	A	
Luz Difusa	19.7		B
Oscuridad	18.8		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Periodo de Reposo por efectos de la interacción Variedades por Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación			
Serranita	Cámara Fría	44.4	5	A			
Canchan	Cámara Fría	31.8	5		B		
Serranita	Luz Difusa	29.0	5		B		
Serranita	Oscuridad	29.0	5		B		
Peruanita	Cámara Fría	24.8	5		B	C	
Canchan	Oscuridad	23.4	5		B	C	
Canchan	Luz Difusa	23.4	5		B	C	
Peruanita	Luz Difusa	22.0	5		B	C	
Huayro	Cámara Fría	20.6	5		B	C	
Peruanita	Oscuridad	20.6	5		B	C	
Huayro	Luz Difusa	16.4	5			C	D
Huayro	Oscuridad	13.4	5			C	D
Tumbay	Cámara Fría	7.8	5				D
Tumbay	Oscuridad	7.8	5				D
Tumbay	Luz Difusa	7.8	5				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO1.2 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Periodo de Brotación por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedades	Media	Agrupación		
Tumbay	87.5	A		
Huayro	73.3		B	
Peruanita	70		B	
Canchan	69.1		B	
Serranita	59.3			C

Condición	Media	Agrupación	
Oscuridad	74.8	A	
Cámara Fría	73.1	A	
Luz Difusa	67.5		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Periodo de Brotación por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación		
Tumbay	Luz Difusa	5	88.4	A		
Tumbay	Oscuridad	5	87.0	A		
Tumbay	Cámara Fría	5	87.0	A		
Huayro	Oscuridad	5	82.8		B	
Peruanita	Cámara Fría	5	71.4			C
Canchan	Cámara Fría	5	71.4			C
Peruanita	Luz Difusa	5	70.0			C
Huayro	Luz Difusa	5	68.6			C
Canchan	Oscuridad	5	68.6			C
Peruanita	Oscuridad	5	68.6			C
Huayro	Cámara Fría	5	68.6			C
Serranita	Oscuridad	5	67.2			C
Canchan	Luz Difusa	5	67.2			C
Serranita	Cámara Fría	5	67.2			C
Serranita	Luz Difusa	5	43.4			D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO1.3 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Numero de Brotes al quinto mes de almacenamiento por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación
Huayro	10.6	A
Tumbay	8.1	B
Peruanita	4.5	C
Canchan	3.8	D
Serranita	3.7	D

Variedad	Media	Agrupación
Cámara Fría	6.7	A
Oscuridad	6.2	B
Luz Difusa	5.5	C

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Número de Brotes al quinto mes de almacenamiento por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación			
Huayro	Oscuridad	5	12.1	A			
Huayro	Luz Difusa	5	10.1		B		
Huayro	Cámara Fría	5	9.4		B		
Tumbay	Oscuridad	5	8.2			C	
Tumbay	Luz Difusa	5	8.1			C	
Tumbay	Cámara Fría	5	8.0			C	
Peruanita	Oscuridad	5	5.3				D
Peruanita	Luz difusa	5	4.7				D E
Canchan	Oscuridad	5	4.4				D E
Canchan	Luz Difusa	5	4.2				D E
Serranita	Luz difusa	5	3.8				E F
Serranita	Cámara fría	5	3.7				E F
Serranita	Oscuridad	5	3.6				E F
Peruanita	Cámara Fría	5	3.5				F
Canchan	Cámara Fría	5	3.0				F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

ANEXO 1.4 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Índice de Brotamiento por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación			
Huayro	70.77	A			
Tumbay	60.84		B		
Serranita	47.09			C	
Canchan	45.05			C	
Peruanita	39.17				D

Variedad	Media	Agrupación	
Oscuridad	56.72	A	
Luz Difusa	55.03	A	
Cámara Fría	45.06		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Índice de Brotamiento por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación									
Huayro	Oscuridad	5	78.41	A									
Huayro	Luz Difusa	5	72.7			B							
Tumbay	Luz Difusa	5	66.24			B	C						
Tumbay	Oscuridad	5	65.55			B	C						
Huayro	Cámara Fría	5	61.23				C	D					
Serranita	Luz Difusa	5	53.61					D	E				
Tumbay	Cámara Fría	5	50.47						E	F			
Serranita	Oscuridad	5	49.3						E	F			
Canchan	Oscuridad	5	47.61						E	F	G		
Canchan	Luz Difusa	5	44.68						E	F	G	H	
Canchan	Cámara fría	5	42.86							F	G	H	
Peruanita	Oscuridad	5	40.47							F	G	H	
Serranita	Cámara Fría	5	38.37								G	H	
Peruanita	Luz Difusa	5	37.94								G	H	
Peruanita	Cámara fría	5	35.37										H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

ANEXO1.5 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Peso Fresco de Brotes al quinto mes de almacenamiento por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación			
Huayro	10.2	A			
Tumbay	8.9		B		
Canchan	8.8		B		
Serranita	7.6			C	
Peruanita	6.2				D

Variedad	Media	Agrupación			
Oscuridad	10.2	A			
Luz Difusa	7.7		B		
Cámara Fría	7.1				C

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Peso Fresco de Brotes al quinto mes de almacenamiento por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación			
Huayro	Oscuridad	5	12.8	A			
Tumbay	Oscuridad	5	10.2		B		
Canchan	Oscuridad	5	9.9		B	C	
Serranita	Oscuridad	5	9.2		B	C	
Peruanita	Oscuridad	5	9.0		B	C	
Huayro	Luz Difusa	5	9.0		B	C	
Huayro	Cámara Fría	5	8.9		B	C	
Canchan	Luz Difusa	5	8.4		B	C	
Serranita	Luz Difusa	5	8.3		B	C	
Tumbay	Cámara Fría	5	8.2		B	C	
Tumbay	Luz Difusa	5	8.1			C	
Canchan	Cámara Fría	5	8.1			C	
Serranita	Cámara Fría	5	5.1				D
Peruanita	Cámara Fría	5	5.0				D
Peruanita	Luz Difusa	5	4.6				D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO1.6 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Grado de Ramificación por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación	
Serranita	10	A	
Canchan	10	A	
Tumbay	9.3	A	
Huayro	7.7		B
Peruanita	7.3		B

Condición	Media	Agrupación	
Oscuridad	10	A	
Luz Difusa	8.4		B
Cámara Fría	8.2		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) del Grado de Ramificación por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación	
Serranita	Oscuridad	5	10.0	A	
Peruanita	Oscuridad	5	10.0	A	
Tumbay	Oscuridad	5	10.0	A	
Tumbay	Cámara Fría	5	10.0	A	
Serranita	Luz Difusa	5	10.0	A	
Huayro	Oscuridad	5	10.0	A	
Canchan	Oscuridad	5	10.0	A	
Canchan	Luz Difusa	5	10.0	A	
Canchan	Cámara Fría	5	10.0	A	
Serranita	Cámara Fría	5	10.0	A	
Tumbay	Luz Difusa	5	8.0	A	B
Peruanita	Luz Difusa	5	7.0	A	B
Huayro	Luz Difusa	5	7.0	A	B
Huayro	Cámara Fría	5	6.0		B
Peruanita	Cámara Fría	5	5.0		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 1.7 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) de la Pérdida de Peso Total al quinto mes de almacenamiento por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación			
Tumbay	47.64	A			
Peruanita	31.55		B		
Huayro	29.11			C	
Canchan	27.8			C	D
Serranita	26.62				D

Condición	Media	Agrupación	
Oscuridad	33.77	A	
Luz Difusa	32.42	A	
Cámara Fría	31.45		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) de la Pérdida de Peso Total al quinto mes de almacenamiento por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación		
Tumbay	Oscuridad	5	48.47	A		
Tumbay	Luz Difusa	5	47.30	A		
Tumbay	Cámara Fría	5	47.16	A		
Peruanita	Oscuridad	5	33.47		B	
Peruanita	Cámara Fría	5	30.67		B	C
Peruanita	Luz Difusa	5	30.63		B	C
Huayro	Oscuridad	5	29.52			C
Serranita	Oscuridad	5	29.07			C
Huayro	Luz Difusa	5	28.92			C
Huayro	Oscuridad	5	28.88			C
Canchan	Oscuridad	5	28.33			C
Canchan	Luz Difusa	5	28.01			C
Serranita	Luz Difusa	5	27.28			C
Canchan	Cámara Fría	5	27.06			C
Serranita	Cámara Fría	5	23.50			D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANEXO 1.8 Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) de la Pérdida de Peso por Brotación al quinto mes de almacenamiento por efecto de los factores principales: Variedades (n=15) y Condiciones de Almacenamiento (n= 25)

Variedad	Media	Agrupación		
Canchan	22.7	A		
Huayro	21.3	A	B	
Peruanita	21.1	A	B	
Serranita	19.3		B	
Tumbay	14.3			C

Condición	Media	Agrupación	
Oscuridad	22.9	A	
Luz Difusa	18.6		B
Cámara Fría	17.7		B

Comparación de promedios (Tukey, 0.95 %) de la Pérdida de Peso por Brotación al quinto mes de almacenamiento por efectos dobles de Variedades y Condiciones de Almacenamiento

Variedad	Condición	N	Media	Agrupación					
Peruanita	Oscuridad	5	30.9	A					
Canchan	Oscuridad	5	24.4		B				
Canchan	Luz Difusa	5	22.7		B	C			
Serranita	Oscuridad	5	21.8		B	C			
Huayro	Oscuridad	5	21.8		B	C			
Huayro	Cámara Fría	5	21.6		B	C			
Canchan	Cámara Fría	5	21.0		B	C			
Huayro	Luz Difusa	5	20.4		B	C	D		
Serranita	Luz Difusa	5	20.0			C	D	E	
Peruanita	Cámara Fría	5	16.5				D	E	F
Serranita	Cámara Fría	5	16.2				D	E	F
Peruanita	Luz Difusa	5	15.8					E	F
Tumbay	Oscuridad	5	15.8					E	F
Tumbay	Luz Difusa	5	13.9						F
Tumbay	Cámara Fría	5	13.2						F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.