

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE VARIABLES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS
DE TUBÉRCULOS FRESCOS Y ASOLEADOS DE DIEZ CLONES DE
OCA
(*Oxalis tuberosa* Molina) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL
K'IPHAK'IPHANI**

Carmen Rosario Cornejo Yujra

LA PAZ – BOLIVIA
2016

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**EVALUACIÓN DE VARIABLES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS DE
TUBÉRCULOS FRESCOS Y ASOLEADOS DE DIEZ CLONES DE OCA
(*Oxalis tuberosa* Molina) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL K'IPHA K'IPHANI**

Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo

Carmen Rosario Cornejo Yujra

ASESORES:

Ph. D. Ing. Alejandro Bonifacio Flores

Ph. D. Ing. Cristhian Carrasco Villanueva

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ph. D. Ing. David Cruz Choque

Ing. Rafael Murillo García

Ing. Rene Calatayud Valdez

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación dedico a Dios por ser mi amigo fiel verdadero y justo, por darme una familia hermosa que me inspira con sus valores, trabajo, esfuerzo, a mis asesores y docentes por brindarme su conocimiento en mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por cumplir mis sueños y metas trazadas, a mis padres por el apoyo incondicional, como también a mis tutores: Ph. D. Ing. Alejandro Bonifacio flores y Ph. D. Ing. Cristhian Carrasco Villanueva por el asesoramiento, guía, paciencia y orientación en la realización del presente trabajo, sin los cuales no hubiese sido posible su ejecución. A los señores tribunales, Ph. D. Ing. David Cruz Choque, Ing. Rafael Murillo García, Ing. René Calatayud Valdez, mis agradecimientos por la revisión, observaciones y enriquecimiento del presente trabajo. Mi sincero agradecimiento a la fundación de Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA) y al Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ) de la facultad de ingeniería, por el apoyo incondicional en el análisis e interpretación de los resultados. Así mismo agradezco al Ing. Waldo Vargas Ballester director del Instituto.

Al plantel docente de la Facultad de Agronomía, por los conocimiento y experiencias impartidas en los años de mi formación profesional y amigos por su amistad, sugerencias y colaboración.

RESUMEN

En este presente trabajo de investigación de evaluación de variables cuantitativas y cualitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) en el centro experimental K'iphak'iphani. Se tuvo los siguientes resultados en cuanto:

- *Humedad* (base húmeda): se ha podido observar que el contenido de humedad varía según el clon de oca. En fresco podemos mencionar a los clones 29-OT con 83,61% y 20-OT con 78,42% de humedad, siendo el más bajo de los demás clones. En las ocas asoleadas tenemos B-18 con 81,17% y 25-OT el más bajo con 76,42% de humedad.

- *Materia seca* (base húmeda): El contenido de materia seca varía según el clon. En las ocas frescas existe menor contenido de materia seca como 20-OT con 21,58% y 29-OT de 16,39%. En las ocas asoleadas se podría decir que la materia seca incrementa en relación a la pérdida de humedad, como ejemplo el clon 25-OT con 23,58% y 29-OT con 19,21% de materia seca.

- *Pérdida de peso*: El primer ensayo a 50 cm. de distancia de la pared tuvo mayor influencia en la pérdida de peso de nueve clones de oca a comparación del segundo ensayo a 2,50 m. de distancia de la pared.

- *características físicas*: Los clones frescos B-18, B-35 y 20-OT tuvieron cambios de colores oscuros (purpura grisáceo, rojo, etc.) cambian con el proceso de asoleado a colores claros (purpura grisáceo claro, rojo naranja, rojo claro, etc.) tanto en la piel y en la pulpa. Los clones asoleados B-32 y 21-OT de colores claros (amarillo, blanco, etc.) aumentan su color en el transcurso del tiempo de asoleado a colores oscuros (amarillo naranja, blanco amarillento, etc.) según a su tonalidad inicial de cada uno tanto en la piel como en la pulpa.

- *Azúcar* (base seca): La concentración de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) varía en las ocas frescas, ejemplo el clon (B-18) de 25,07% y (20-OT) con el menor contenido de 14,51%. En las ocas asoleadas (21-OT) con 56,78% siendo el clon con mayor contenido de azúcares en porcentaje y (18-OT) con un valor más bajo de 30,80%

- *Análisis sensorial:* En el análisis sensorial los clones aceptados por la textura, cocción y dulzor fue B-32, el clon menos aceptado fue 18-OT por ser poco dulce.

Se debe tomar en cuenta al clon 21-OT en la extracción de azúcar, además al clon 20-OT en la obtención de harina, ya que presenta mayor concentración en materia seca en fresco en base húmeda.

SUMMARY

In this present research evaluation of quantitative and qualitative variables of fresh tubers and ten clones sunny goose (*Oxalis tuberosa* Molina) in the experimental center K'iphak'iphani. It had the following results as:

- *Moisture* (wet basis): it has been observed that the moisture content varies clone goose. Fresh we can mention the 29-OT clones with 83.61% and 20-OT with 78.42% moisture, being the lowest of the other clones. On geese, Sunny have B-18 with 81.17% and 25-OT the lowest with 76.42% moisture.

- *Dry matter* (wet basis): The dry matter content varies clone. In fresh geese there is less dry matter content as 20-OT with 21.58% and 29-OT of 16.39%. In the sunny geese it could say that the dry matter increases relative to moisture loss, as an example the clone 25-OT with 23.58% and 29-OT with 19.21% of dry matter.

- *Weight Loss*: The first trial to 50 cm. away from the wall had greater influence on weight loss of nine clones goose the second test compared to 2.50 m. away from the wall.

- *Physical characteristics*: Fresh B-18, B-35 and 20-OT clones were changes in dark colors (gray-purple, red, etc.) change the process sunny to light colors (light gray purple, orange red, light red , etc.) in both skin and pulp. Clones 32 and sunny B-21-OT light colors (yellow, white, etc.) increase in color over time sunny to dark colors (orange yellow, yellowish white, etc.) according to their initial tonality each in both skin and pulp.

- *Sugar* (dry basis): The concentration of sugars (sucrose, glucose and fructose) varies fresh geese, such as clone (B-18) of 25.07% and (20-OT) with the lowest content of 14.51 %. In the sunny geese (21-OT) 56, 78% being the clone with the highest sugar content and percentage (18-OT) with a lower value of 30.80%

- *Sensory Analysis*: In sensory analysis clones accepted by the texture, cooking and sweetness was B-32, the clone was less accepted 18-OT for being slightly sweet.

It should take into account the clone 21-OT in sugar extraction, in addition to the clone 20-OT in obtaining flour, because it is more dry matter concentration in fresh wet basis.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. JUSTIFICACIÓN	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
1.2.3. <i>Hipótesis</i>	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. ORIGEN.....	4
2.2. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	4
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	4
2.3.1. <i>Nombres comunes de la Oca</i>	5
2.4. DIVERSIDAD GENÉTICA.....	5
2.4.1. <i>Descriptorios morfológicos de caracterización</i>	5
2.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	6
2.6. VARIEDADES DE OCAS CULTIVADAS	7
2.7. VALOR NUTRITIVO.....	8
2.8. USOS DE LA OCA	10
2.9. BENEFICIOS DE LA OCA.....	11
2.10. TÉCNICAS PARA LOS CAMBIOS FÍSICO-QUÍMICOS EN LA FASE DEL ASOLEADO	12
2.11. CAMBIOS FÍSICO - QUÍMICOS EN LA FASE DE MADURACIÓN	13
2.11.1. <i>Carbohidratos</i>	14
2.11.2. <i>Humedad</i>	16
2.11.3. <i>Pérdida de peso</i>	16
2.11.4. <i>Evaluación visual de daños físicos</i>	17
2.11.5. <i>Evaluación de características organolépticas</i>	17
2.11.5.1. <i>Propiedades sensoriales y texturales</i>	18
3. LOCALIZACIÓN	19
3.1. <i>Características agroecológicas de la zona</i>	20
3.1.1. <i>Clima</i>	20
3.1.2. <i>Suelo</i>	20

3.1.3. Especies vegetales de la zona	21
4. MATERIALES Y METODOS	21
4.1. MATERIALES	21
<i>4.1.1. Material genético.....</i>	<i>21</i>
<i>4.1.2. Material de campo.....</i>	<i>21</i>
<i>4.1.3. Material de laboratorio.....</i>	<i>22</i>
<i>4.1.4. Equipos de laboratorio</i>	<i>22</i>
<i>4.1.5. Reactivos.....</i>	<i>22</i>
<i>4.1.6. Material de gabinete.....</i>	<i>22</i>
4.2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	23
<i>4.2.1. Procedimiento de investigación</i>	<i>23</i>
<i>4.2.1.1. Recolección de muestras</i>	<i>23</i>
<i>4.2.1.2. Adecuación de la muestras</i>	<i>23</i>
<i>4.2.1.3. Determinación de la pérdida de peso</i>	<i>24</i>
<i>4.2.1.3.1. Asoleado de las muestras</i>	<i>24</i>
<i>4.2.1.3.2 Distribución de ensayos.....</i>	<i>24</i>
<i>4.2.1.3.3. Toma de datos.....</i>	<i>24</i>
<i>4.2.1.4. Evaluación de materia seca</i>	<i>25</i>
<i>4.2.1.5. Caracterización del tubérculo</i>	<i>25</i>
<i>4.2.1.6. Evaluación sensorial</i>	<i>26</i>
<i>4.2.1.6.1. Preparación de la muestra</i>	<i>26</i>
<i>4.2.1.6.2. Cocinado de la muestra.....</i>	<i>26</i>
<i>4.2.1.6.3. Control del proceso del cocinado.....</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.6.4. Evaluación.....</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.7. Contenido de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa)</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.7.1. Preparación de estándar</i>	<i>27</i>
<i>4.2.1.7.2. Contenido de azúcar en oca fresca</i>	<i>28</i>
<i>4.2.1.7.2.1. Preparación de la muestra.....</i>	<i>28</i>
<i>4.2.1.7.2.2. Preparación de la muestra para analizar en HPLC</i>	<i>29</i>
<i>4.2.1.7.2.3. Análisis de azúcares por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).....</i>	<i>30</i>
<i>4.2.1.7.3. Contenido de azúcar en oca asoleada.....</i>	<i>31</i>
<i>4.2.2. Diseño experimental.....</i>	<i>32</i>
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33

5.1. EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA DE PESO EN DIEZ CLONES DE OCA ASOLEADA	33
5.1.1. Resultados de pérdida de peso durante el asoleado	34
5.1.1.1. Pérdida de peso en 5 días a 50 cm. de distancia de la pared	34
5.1.1.2. Pérdida de peso en 5 días a 2,50 m. de distancia de la pared	36
5.1.1.3. Pérdida de peso en 10 días a 50 cm. de distancia de la pared	38
5.1.1.4. Pérdida de peso en 10 días a 2,50 m. de distancia de la pared	40
5.1.1.5. Pérdida de peso en 15 días a 50 cm. de distancia de la pared	42
5.1.1.6. Pérdida de peso en 15 días a 2,50 m. de distancia de la pared	43
5.1.1.7. Pérdida de peso en 20 días a 50 cm. de distancia de la pared	46
5.1.1.8. Pérdida de peso en 20 días a 2,50 m. de distancia de la pared	48
5.1.1.9. Pérdida de peso en 4 semanas a 50 cm. de distancia de la pared	50
5.1.1.10. Pérdida de peso en 4 semanas a 2,50 m. de distancia de la pared	51
5.2. EVALUACIÓN DE LA MATERIA SECA EN FRESCO Y ASOLEADO EN 10 CLONES DE OCA	52
5.2.1. Evaluación de la materia seca en ocas frescas	53
5.2.2. Evaluación de la materia seca en ocas asoleadas	54
5.2.3. Comparación de la humedad, materia seca y el tiempo de determinación de humedad en los diez clones de oca fresca y asoleada	55
5.3. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE LAS OCAS FRESCAS Y ASOLEADAS	57
5.3.1. Comparación de caracteres físicos (piel, pulpa) en los diez clones de oca fresca y asoleada.	61
5.4. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES	65
5.4.1. Estándares para la determinación de azúcar	65
5.4.2. Contenido de azúcar en Ocas frescas y asoleadas	67
5.4.2.1. Contenido de azúcar en Ocas frescas	67
5.4.2.2. Contenido de azúcar en Ocas asoleadas	68
5.4.3 Diferencias entre Oca fresca y asoleado en contenido de azúcares	70
5.5 EVALUACIÓN SENSORIAL	73
6. CONCLUSIONES.....	75
7. RECOMENDACIONES	77
8. BIBLIOGRAFÍA.....	78
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para pérdida de peso en 5 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.....	34
Cuadro 2. Análisis de varianza para pérdida de peso en 5 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.....	36
Cuadro 3. Análisis de varianza para pérdida de peso en 10 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.....	38
Cuadro 4. Análisis de varianza para pérdida de peso en 10 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.....	40
Cuadro 5. Análisis de varianza para pérdida de peso en 15 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.....	42
Cuadro 6. Análisis de varianza para pérdida de peso en 15 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.....	44
Cuadro 7. Análisis de varianza para pérdida de peso en 20 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.....	46
Cuadro 8. Análisis de varianza para pérdida de peso en 20 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.....	48
Cuadro 9. Análisis de varianza para pérdida de peso en 4 semanas de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.....	50
Cuadro 10. Análisis de varianza para pérdida de peso en 4 semanas de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.....	51
Cuadro 11. Evaluación del contenido de humedad y materia seca en ocas frescas en 5 g de muestra en (%) y (g).....	53
Cuadro 12. Evaluación del contenido de humedad y materia seca en oca asoleado en 5 g de muestra en (%) y (g).....	54
Cuadro 13. Determinacion de caracteres en los diez clones de ocas frescas	59
Cuadro 14. Determinacion de caracteres en los diez clones de ocas asoleadas	60
Cuadro 15. Diferencia de caracteres fisicos del clon B-35	61
Cuadro 16. Diferencias de caracteres fisicos del clon 20-OT.....	61
Cuadro 17. Diferencias de caracteres fisicos del clon B-25	62

Cuadro 18. Diferencias de caracteres físicos del clon 21-OT.....	62
Cuadro 19. Diferencias de caracteres físicos del clon B-18	62
Cuadro 20. Diferencias de caracteres físicos del clon B-32	63
Cuadro 21. Diferencias de caracteres físicos del clon 25-OT.....	63
Cuadro 22. Diferencias de caracteres físicos del clon 18-OT.....	63
Cuadro 23. Diferencias de caracteres físicos del clon 26-OT.....	64
Cuadro 24. Diferencias de caracteres físicos del clon 29-OT.....	64
Cuadro 25. Contenido de azúcares en ocas frescas.....	68
Cuadro 26. Contenido de azúcares en ocas asoleadas.....	69
Cuadro 27. Resultados de la evaluación sensorial en 10 clones de oca asoleada hervidas o cosidas	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras lineales (proyecciones de fischer) de los monosacáridos y disacarido (contreras, 2006) 15

Figura 2. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 5 días de evaluación 35

Figura 3. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 5 días de evaluación 37

Figura 4. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm. y 2,50 m. de distancia de la pared en 5 días de evaluación..... 38

Figura 5. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 10 días de evaluación 39

Figura 6. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 10 días de evaluación 41

Figura 7. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 10 días de evaluación..... 41

Figura 8. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 15 días de evaluación 43

Figura 9. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 15 días de evaluación 45

Figura 10. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 15 días de evaluación..... 46

Figura 11. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 20 días de evaluación 47

Figura 12. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 20 días de evaluación 49

Figura 13. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 20 días de evaluación..... 49

Figura 14. Comparación de los valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm. y a 2,50 m. de la pared en 4 semanas 52

Figura 15. Comparación de humedad (%) 55

Figura 16. Comparación de materia seca en (%) 56

Figura 17. Comparación del tiempo (min) en la determinación de humedad 57

Figura 18. Curva de área vs concentración g/l 66

Figura 19. Curva de área vs concentración g/l 66

Figura 20. Curva de área vs concentración g/l 67

Figura 21. Comparación del contenido de sacarosa (%)..... 70

Figura 22. Comparación del contenido de glucosa (%)..... 70

Figura 23. Comparación del contenido de fructosa (g) 71

Figura 24. Comparación del contenido de azúcares totales (g) 72

1. INTRODUCCIÓN

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina) es uno de los tubérculos menores que fue domesticado en los Andes hace miles de años y son parte de la alimentación de los pobladores andinos. Esta especie es cultivada en pequeñas áreas bajo un sistema de producción tradicional y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones que viven en mayor riesgo.

El rendimiento que se obtiene en oca es de 28 t/ha con un buen manejo agronómico que es ligeramente superior al de la papa, sin embargo, su consumo no es masivo. La oca es empleada en la preparación de platos tradicionales que implica oca fresca, deshidratada y transformado en kaya.

Por lo tanto, es importante promover la producción, conservación y uso de la oca basado en sus propiedades nutricionales, ecológicas, medicinales y socio-económicos, que a través de los años han contribuido a la seguridad alimentaria de los pobladores andinos y son parte de su cultura y expresiones sociales.

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina) es una especie nativa de los Andes y constituye el producto que integra la diversidad de productos para la seguridad alimentaria. Además se está buscando de alguna forma el mejoramiento genético de los tubérculos andinos de oca, mediante la obtención de clones por la fundación PROINPA que sean resistentes a plagas y enfermedades, se adapten a climas adversas, suelos con baja fertilidad y presente mayores rendimientos en comparación de otros tubérculos.

Los tubérculos de la oca (*Oxalis tuberosa* Molina) previa al consumo deben ser asoleados. Proceso que se conoce como endulzado. La forma tradicional de asoleado de oca es la exposición directa de los tubérculos al sol previo a la preparación de alimentos con oca. La oca soleada se emplea para una serie de recetas que incluye la

oca entera hervida, oca cocida al horno y procesada como la kaya, mermelada de oca, dulce de oca, jugos de oca, harina, etc.

La Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) además de proporcionar proteína, carbohidrato, azúcares, minerales, vitaminas, etc. También es un beneficio para la salud ya que el consumo regular de este tubérculo contribuye a reducción de las enfermedades coronaria cardiaca, cáncer, diabetes, mejora de la agudeza visual, el comportamiento cognitivo, fortalece el sistema inmunológico y reproductor, además es utilizado como un antiinflamatorio en forma de cataplasma. Por lo que es importante impulsar a la producción, transformación y consumo de este tubérculo andino de origen Boliviano.

1.1. Justificación

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina) se consume previamente asoleada que le permite tener un sabor dulce y agradable, por los cambios bioquímicos que ocurre en los polisacáridos (almidón, azúcares y otros) hacia los azúcares simples (glucosa y fructosa).

Existe una diversidad amplia de variedades, cuyos usos son específicos en la preparación de platos. En todos los casos, implica el asoleado. El soleado tiene la finalidad de convertir a los azúcares complejos en azúcares más simples.

No existe información (cualitativa y cuantitativa) desde la cosecha de ocas frescas hasta el consumo. Sobre el tiempo del asoleado y los cambios que ocurren en los tubérculos de oca tanto en lo físico (textura, color) y químico (almidón y azúcares) durante este proceso de endulzado.

Además con la información que se generó en este trabajo de investigación se pretende impulsar a la investigación de extracción de azúcar y de harina del tubérculo de oca,

como una alternativa para la seguridad alimentaria, de esta manera impulsando a la producción y conservación de las variedades que existen en nuestro país.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar las variables cuantitativas y cualitativas de tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) en el Centro Experimental K'iphak'iphani.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la humedad y materia seca de los tubérculos frescos y asoleados de diez clones de oca.
- Determinar las pérdidas en peso de diez clones de oca después del asoleado.
- Describir el color de la piel, de la pulpa antes y después del asoleado.
- Establecer el contenido de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) antes y después del asoleado.
- Evaluar las características cuantitativas y cualitativas de los tubérculos hervidos de diez clones de oca.

1.2.3. Hipótesis

- Ho = La humedad y materia seca de los tubérculos frescos y asoleados de los diez clones de oca son similares.
- Ho = No existe pérdida de peso en los diez clones de oca después del asoleado.
- Ho = No existen diferencias en el color de la piel, de la pulpa antes y después del asoleado.
- Ho = El contenido de azúcares antes y después del asoleado son similares.

- Ho = Las características cuantitativas y cualitativas de los tubérculos hervidos de diez clones de oca son similares.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen

La oca es originaria de los andes centrales, cuyo centro de origen podría estar entre el sur del Perú y Bolivia. Se cultiva en pequeñas parcelas asociadas con papa, junto con la mashua y olluco que es parte de la dieta del agricultor y su familia (INIA, 2007).

Bolivia cuenta con una gran variabilidad genética de esta especie donde se estima como 101 variedades diferentes de oca, de los cuales solo se encuentran en el mercado 5 variedades (Ugarte *et al.* 2004).

2.2. Distribución geográfica

La oca se produce en la región de los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, México, Perú, Bolivia desde los 2500 a 4100 msnm, con mayor concentración de parcelas y mayor producción entre los 3000 y 3800 msnm, en climas templado y frío con precipitación anual mayores a 600 mm, sin la incidencia de heladas extremas, actualmente ha sido introducida en Nueva Zelandia donde se cultiva extensivamente (Gonzales, 2003).

2.3. Clasificación taxonómica

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Geraniales</i>
Familia:	<i>Oxalidaceae</i>
Género:	<i>Oxalis</i>
Nombre científico:	<i>Oxalis tuberosa</i>

2.3.1. Nombres comunes de la Oca

Según Surco (2004), los nombres nativos son: Oqa, apilla, oca (Perú, Ecuador); ibia (Colombia); ruba, timbo, quiba (Venezuela); papa roja, papa colorada, papa extranjera (México)

2.4. Diversidad genética

2.4.1. Descriptores morfológicos de caracterización

Permiten una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente son caracteres altamente heredables, pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales considerados deseables por consenso de los usuarios de un cultivo en particular (IPGRI/CIP, 2001).

Entre los caracteres estables y apropiados para identificar morfotipos y/o duplicados están:

- *Datos vegetativos*: color de los tallos aéreos, pigmentación de las axilas, color del follaje, color del envés de los folíolos, color del pecíolo.
- *Datos de inflorescencia y fruto*: hábito de floración, Color de la flor, heterostilia de las flores, forma de la corola, color de los sépalos, color del pedúnculo y pedicelo.

- *Datos del tubérculo:* color predominante de la superficie de los tubérculos, color secundario de la superficie de los tubérculos, distribución del color secundario de la superficie de los tubérculos, color predominante de la pulpa de los tubérculos, color secundario de la pulpa de los tubérculos, distribución del color secundario de la pulpa de los tubérculos y forma de los tubérculos (IPGRI/CIP, 2001).

2.5. Descripción botánica

La primera descripción botánica de la oca fue realizada por el jesuita Giovanni Ignacio Molina (Mol.) en 1810. Como también está en el diccionario quechua de Lira (1982), con la palabra "okka" que hace referencia a una planta que produce tubérculos dulces y comestibles (Cárdenas, 1950 citado por Barrera, 2004).

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina), es una planta herbácea anual de desarrollo compacto. Crece entre 20 a 40 cm. con tallos cilíndricos y suculentos que brotan de la base a la planta dándole una forma cónica o semiesférica de color verde a granate oscuro, según el clon, con un diámetro de 0,5 a 1,5 cm. Con entrenudos cortos y delgados en la parte inferior. Las hojas son alternas, trifoliadas con peciolos acanalados de 2 a 9 cm. de longitud. Los folíolos son obcordiformes de 1 a 4 cm. de largo, tienen la cara superior lisa y de color verde oscuro, la cara inferior es densamente pubescente de color púrpura o verde (Robles, 1982 citado por Carrera, 2013).

La oca (*Oxalis tuberosa* Molina), presenta una inflorescencia compuesta por cimbras de 4 a 5 flores, el cual emergen arriba del follaje con flores de color amarillo a anaranjado. Los estambres aparecen en dos grupos de cinco y presentan una heterostilia marcada siendo poco frecuente y la formación de frutos por la dehiscencia de las capsulas (Ugarte *et al.* 2004).

Su tiempo de crecimiento es de 220 días para las más precoces y de 269 para las más tardías. La tuberización comienza más o menos a los 110 días después de la

germinación y el máximo crecimiento de tubérculos ocurre entre los 170 y 230 días (Tapia y Fries, 2007).

Los tubérculos alcanzan longitudes de 5 a 15 cm de forma muy variada: cilíndrica a ovoides, y de color llamativo: blanco, morados a casi negro, rosados o amarillos, a menudo con áreas enteras de distinto color, uniformes o punteado. Las yemas tienen tamaño y profundidad diferentes, según el clon y a menudo son de distinto color (León, 1987 citado por Carrera, 2013).

2.6. Variedades de ocas cultivadas

En Bolivia existen 101 variedades de oca que están distribuidas en diferentes departamentos como: La Paz, Cochabamba, Potosí, Oruro, Chuquisaca y Tarija. Actualmente todas las colecciones y las 487 accesiones se encuentran en el Banco Nacional de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Cochabamba (Ugarte *et al.* 2004).

Se reconocen tres formas básicas de tubérculos y colores de oca: alba, flava y roseo violácea a negra:

- Albas: son las ocas blancas (Pilirunto o huevo de pato).
- Flavas: las ocas amarillas claras, pigmentadas, de pigmentos o flavonas de color amarillo intenso y las anaranjadas, con pigmentos de caroteno.
- Roseo violáceas: son pigmentadas con antocianinas y de colores rosa claro, violeta muy oscuro hasta negro.

La forma pueden ser ovoides, claviformes y cilíndricas (Tapia y Fries, 2007).

De acuerdo a los descriptores morfológicos estándar de la oca del IPGRI/CIP (2001), existe la forma alargada, lo cual concuerda con lo observado en colecciones de germoplasma de oca en los tres países Ecuador, Perú y Bolivia (Cadima, 2006).

2.7. Valor nutritivo

La oca presenta variación en los niveles de nutrición a comparación de otros tubérculos como la papa, papalisa, isaño.

Según el NRC, 1989 citado por Cadima (2006), los tubérculos de oca tienen una alta variación en sus niveles nutritivos. Como promedio tiene un 84.1% de agua, 1.1% de proteína, 13.2% de carbohidratos, 0.6% grasa y 1.0% de fibra.

Según Montes, 1997 Citado por Rosero (2010), los tubérculos de oca contienen entre 70 a 80% de humedad, 11 a 22% de carbohidratos y cerca de 1% de grasa, fibra y un alto nivel de proteína, más de 9%. Los tubérculos ácidos o "amargos" contienen cantidades de ácido oxálico hasta de 500 ppm y en los dulces tienen solamente 79 ppm.

Según García *et al.* (2005), su composición nutritiva en 100 g de la parte comestible del tubérculo fresco se presenta en el tabla 1.

Tabla 1. Composición nutritiva de la oca fresca (100g)

PARAMETRO	FRESCO
Energía (kcal)	61
Agua (g)	84.1
Proteína (g)	1.0
Carbohidrato (g)	13.3
Ceniza (g)	1.0
Calcio (mg)	2
Fósforo (mg)	36
Hierro (mg)	1.6
Retinol (mg)	1
Tiamina (mg)	0.05
Riboflavina (mg)	0.13
Niacina (mg)	0.43

Ácido ascórbico (mg)	38.4
----------------------	------

Fuente: Tapia M, 1990.

En forma general, los tubérculos andinos son buenas fuentes de almidón, que podrían ser aprovechadas en la industria como posibles fuentes de amiláceas que substituyan total o parcialmente a las fuentes tradicionales.

También se tienen datos de caracterización fotoquímica en la tabla 2, identificando los principales metabolitos secundarios, útiles en términos de sus propiedades medicinales, alimenticias y estructurales.

Tabla 2. Composición química de tubérculos andinos. Datos expresados en base seca de muestra entera (Espín *et al.* 2004 citado por Cadima, 2006).

PARAMETRO	OCA
Humedad (%)	77.73
Ceniza (%)	3.39
Proteína (%)	4.60
Fibra (%)	2.16
Extracto etéreo (%)	1.66
Carbohidrato total (%)	88.19
Calcio (%)	0.012
Fosforo (%)	0.14
Magnesio (%)	0.0065
Sodio (%)	0.018
Potasio (%)	1.30
Cobre (ppm)	2.25
Hierro (ppm)	48.85
Manganeso (ppm)	5.35
Zinc (ppm)	5.95
Yodo (ppm)	3.65
Almidón (%)	42.17
Azúcar total (%)	9.68

Azúcar reductores	7.62
Energía (Kcal /100 g materia fresca)	399.0
Vitamina C (mg /100 g materia fresca)	34.53
Acido oxálico /100 g materia fresca)	82.93

2.8. Usos de la oca

La oca antes de su consumo se debe "curar" o "endulzar" el cual tiene un largo proceso para su previa utilización, el cual se realiza tradicionalmente exponiendo los tubérculos al sol durante varias semanas; el producto final pierde apariencia y atractivo para el consumidor (Brito *et al.* 2003).

La oca se consume normalmente cocida en agua o al horno, siempre luego de haber expuesto a los tubérculos por varios días al sol para que adquieran un sabor dulce. También se consume en forma de chuño (deshidratado) o caya, similar al chuño de papa (Cárdenas, 1989).

Barrera *et al.* (2004), indican que la oca tiene una preparación más diversificada que la papalisa, dependiendo a su utilización ya sea en fresco o asoleado. Al fresco y recién cosechada, se utiliza para sopas, cortada como la papa y también se cocina como locro. Otra forma de consumo es en puré y envueltos como el quimbolito (la oca se muele cruda, después se sazona con dulce, se envuelve en hojas de achira y se cocina como las humitas). La oca asoleada se come preferentemente con dulce o en coladas; y también mezclada con leche.

Según Navas y Culqui (2008), la oca asoleada es buena fuente de azúcar y puede llegar a ser considerada como una alternativa innovadora que permita la disminución de costos en área del campo agroindustrial.

Para que la oca sea más dulce generalmente se debe asolear y se consume hervida, en horno o tostada acompañando con ensaladas y carnes de todo tipo. Las variedades

amargas son convertidas en productos deshidratados como la kaya o chuños, en el proceso de secado al sol pierden su sabor amargo y además se puede guardar por mucho tiempo sin necesidad de refrigeración. Como derivado de los productos deshidratados se produce harina para diferentes usos, para elaboración de pan, buñuelos y espesantes de sopa. Por el alto contenido de materia seca (30%) se podría obtener almidón o alcohol (Ugarte *et al.* 2004).

2.9. Beneficios de la oca

Los compuestos fenólicos son desinfectantes, antisépticos urinarios y diuréticos, razón por la cual la medicina tradicional ha hecho uso de las raíces y tubérculos andinos para aliviar algunas enfermedades (Espín *et al.* 2004).

Los tubérculos y raíces andinos contienen numerosos compuestos con actividad biológica tales como los flavonoides, fenoles, estanoles, prebióticos, probióticos y fitohormonas. El consumo regular de estos compuestos contribuye a disminuir las enfermedades cardiovasculares y del tracto digestivo, a fortalecer el sistema inmunológico y reproductor. El estudio de estos cultivos podrá aclarar científicamente muchas de sus bondades las cuales son reconocidas en forma empírica por la población de las distintas regiones andinas de América (Tapia y Fries, 2007 citados por Jiménez y Sammán, 2014).

Las antocianinas pertenecen al grupo de los flavonoides y son glucósidos que están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace glucosídico. Sus funciones en las plantas son múltiples, desde la de protección de la radiación ultravioleta hasta la de atracción de insectos polinizadores (Wagner, 1982 citado por Carrera, 2013).

Estas antocianinas tienen un potencial antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. Las reacciones de oxidación pueden

producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones quitando intermedios del radical libre e inhiben otras reacciones de oxidación oxidándose ellos mismos. (Arbizu y Robles, 1986).

Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos. Dentro de la especie de oca, existen accesiones de colores púrpura, rojo, rosado y de colores matizados (Carrera, 2013).

El interés por los pigmentos antociánicos y su investigación científica se ha incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen, sino por beneficios en la salud, tales como la reducción de CHD, Enfermedad coronaria cardiaca, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y al mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo (Carrera, 2013).

Actualmente las antocianinas son de interés en la industria de alimentos como colorantes alimenticios, seguros, saludables y efectivos que están disponibles en fuentes vegetales. Para obtener productos con valor agregado para el consumo humano (Garzón y Wrolstad, 2002).

2.10. Técnicas para los cambios físico-químicos en la fase del asoleado

Hasta el momento existe tres técnicas para realizar el asoleado: utilizando un secador solar de madera cubierto con cuatro paneles de vidrio transparente, con dos puertas laterales regulares y dos ventanas laterales de malla; mediante un silo verde-ador de papa y la forma tradicional que consiste en dejar en el techo de una casa durante tres o cuatro semanas (Soto, 2000).

Las ocas (blanco, amarillo y rojo) asoleadas en el silo verde-ador de papa presentan mejores resultados en la composición química, descripción de daños físicos y pruebas sensoriales en comparación las dos técnicas mencionadas anteriormente (Brito *et al.* 2003).

La oca de color blanco en 12 días, incrementa en el contenido de azúcar del 68%, un incremento de materia seca del 22.72 %, un 15.14 % de pérdida de peso, un 82% de material sin daños y una mayor aceptabilidad en las pruebas de degustación. En cuanto al cambio del color el ecotipo blanco no presenta variación en color, el ecotipo de color amarillo se vuelve verde y el ecotipo rojo mantiene su color original pero se degrada fácilmente en el proceso de cocción, la vida útil y calidad de la oca asoleada es de 14 días en almacén (Brito *et al.* 2003).

Las ocas se pueden asolear de dos formas: directamente extendidas sobre el suelo al sol o colgadas sobre una soga, amarradas entre dos de ellas.

En cuanto están expuestos al sol, los carbohidratos de la oca se transforman en azúcares e incrementan el contenido de azúcares con el tiempo de soleado (Espinoza, 1997 citado por Palate, 2013).

El proceso del asoleado no tiene un tiempo determinado, en la cosecha la oca presenta un color claro que va amarillándose según pasan los días de exposición al sol, al mismo tiempo desprende humedad, volviéndose suave y seca (Caiza, 2010).

La cantidad de ácido oxálico que se encuentra en la cascara se reduce si la oca es sometido a los rayos del sol (asoleado) disminuyendo hasta un 75% de la cantidad inicial llegando hasta un 0.9 a 1.4% de 100 gramos de porción comestible (Cusiche, 2009 citado por Palate, 2013).

2.11. Cambios físico - químicos en la fase de maduración

2.11.1. Carbohidratos

Los carbohidratos incluyen a los azúcares, almidones, celulosa y otras sustancias encontradas en raíces, tallos y hojas de las plantas, productos de síntesis (Espinoza, 2012). Se identificó que los carbohidratos solubles son, almidón y azúcares, presentan una distribución característica para cada especie; así, en mashua se observa una distribución casi equitativa entre el almidón (46,92 %) y los azúcares (42,81 %); para el miso, melloco, oca, zanahoria blanca y achira es el almidón el principal componente con un valor medio del 60 % (Espín *et al.* 2004).

a) Almidón

Es un polisacárido de origen vegetal que constituye la principal reserva de energía de las plantas. Es un polvo blanco, insípido compuesto por diminutas estructuras casi cristalinas individuales llamada “Gránulos” (Espinoza, 2012), los gránulos oca son de forma ovoide de 30,94 micras en el eje longitudinal del almidón, semejantes a los de papa. Es soluble en agua fría y al calentarse en agua tiende a formar una suspensión coloidal llamada engrudo, la estructura rígida de estas partículas, está formada por capas concéntricas de amilosa (30%) y la amilopectina (70%) formados por unidades de glucosa (Espín *et al.* 2004).

La amilosa: está constituida por una cadena de moléculas de α -glucosa enlazadas por el enlace α -glucosídico y presenta configuración helicoidal lineal, con 150 y 400 unidades monosacáridos. La amilopectina: Está constituida por unidades del α -glucosa enlazadas por el enlace α -1,4 glucosídico, pero a diferencia de la amilosa presenta una configuración helicoidal ramificada caracterizada por enlaces del tipo α -1,6 - glucosídico entre las diferentes ramas, contiene hasta 1,000 unidades monosacáridos (Espinoza, 2012).

b) Azucares

Los azúcares más representativos en el tubérculo de oca son la glucosa, fructuosa y sacarosa (Palate, 2013). La *glucosa* o dextrosa que pertenece al grupo carbonilo aldehído clasificándose como una aldosa. La *fructosa* corresponde al grupo carbonilo de cetona y se clasifica como cetosa. Tanto la glucosa y la fructosa no se puede hidrolizar (en medio ácido) en moléculas más pequeñas (Contreras, 2006).

La reacción que si puede ocurrir es la combinación de dos monosacáridos para formar un disacárido. La sacarosa es muy abundante en el reino vegetal, es un disacárido que se hidroliza con mucha facilidad. La enzima *α-D-Glucosidasa* (hidroliza los enlaces α-D glucosídicos) y La enzima *invertasa* (hidroliza los enlaces β-D-fructosídicos) Se produce la mezcla de α-D-glucosa y β-D-fructosa, a la sacarosa hidrolizada se le denomina "azúcar invertida" esto ocurre en la preparación de alimentos ácidos (Contreras, 2006).

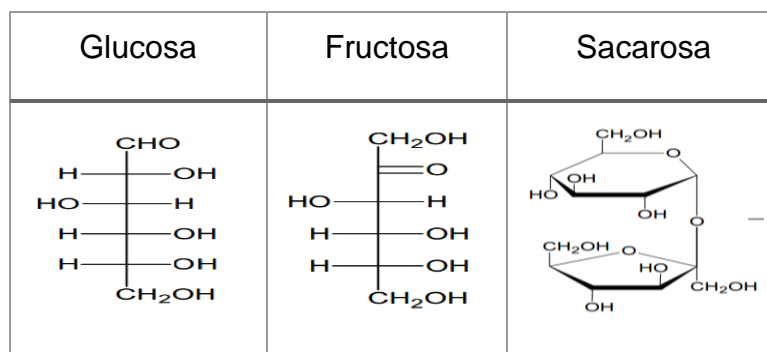


Figura 1. Estructuras lineales (proyecciones de Fischer) de los monosacáridos y disacárido (Contreras, 2006)

El contenido de los azúcares se incrementa de acuerdo al tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la pérdida de agua y transformación del almidón en azúcares como sacarosa glucosa y fructuosa (Lucero, 2005).

Los azúcares totales de la Oca fresca (14,10%), es menor al de la Oca endulzada (36,40%), lo que nos indica que el nivel de azúcar incrementa a medida del tiempo de exposición del tubérculo al sol (Cajamarca, 2010).

2.11.2. Humedad

La humedad es muy importante porque determina el tiempo de vida útil de los alimentos.

El agua se encuentra en los alimentos en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre, el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, a través de puentes de hidrogeno o grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado (Lucero, 2005).

Según Cajamarca (2010), la humedad de la oca fresca es de 80.1%, y en la oca endulzada es de 51%, la pérdida de la humedad se debe al proceso de deshidratación del alimento, el cual se eliminó en forma de vapor al exponerlo al calor.

2.11.3. Pérdida de peso

En la mayoría de los tubérculos existen pérdidas del 3 – 5 % del peso inicial en forma de agua transpirada que es suficiente para presentar un arrugamiento el cual afecta a su apariencia, textura y jugosidad del alimento (Palate, 2013).

La pérdida de agua se debe al gradiente de vapor producido entre una atmósfera interna saturada con los espacios intermoleculares del tubérculo y de daños existentes de este. En este proceso intervienen los factores internos y externos.

En los internos incluye su anatomía, morfología, grado de madurez, relación superficie volumen del tubérculo y en los externos están la temperatura, humedad relativa, movimiento del aire y presión atmosférica (U.S. Food and Drug Administration, 1998 citado por Palate, 2013).

2.11.4. Evaluación visual de daños físicos

La calidad de los productos frescos tiene una combinación de características, propiedades con los que aporta el producto como alimento al ser humano. Lo cual es preocupación para el productor a que tenga una buena apariencia y pocos defectos visuales, firmeza y larga vida de almacenamiento (Soto, 2000).

Entre los componentes principales de calidad podemos mencionar:

- *Apariencia visual*: Tamaño, forma, color, brillo, defectos internos y externos.
- *Textura (Tacto)*: Firmeza, dureza, blandura, jugosidad, Áspera y Fibrosidad.
- *Sabor (Gusto y Aroma)*: Dulzor, acidez, Amargor, Aroma

Los tubérculos de oca, al igual que otros tejidos vegetales, permanecen vivos después de la cosecha, y muestran todas las características propias de la vida vegetal, como la respiración, la transpiración, la síntesis y la degradación metabólica. Durante la cosecha, son separados de sus fuentes naturales de agua, nutrientes, minerales y orgánicas, pero continúan viviendo. Este estado termina con el envejecimiento y la muerte de los tejidos, lo cual depende de muchos factores (Barrera *et al.* 2004 citado por Palate 2013)

2.11.5. Evaluación de características organolépticas

Se denomina análisis organoléptico al conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos receptadas por uno o más sentidos humanos (Saltos, 2010 citado por Palate, 2013)

El análisis sensorial de los alimentos es un instrumento eficaz para determinar la calidad y aceptabilidad, en caso de que se quiera comercializar, cumpliendo con todo los requisitos necesarios de higiene, inocuidad, calidad sanitaria y comercial del producto (Yenque *et al.* 2008).

La palabra sensorial proviene del latín "*sensus*" que significa "*sentido*", entonces la evaluación o análisis sensorial de alimento u otro material son a través de los sentidos, por lo que la disciplina científica usada para medir analizar e interpretar las reacciones a las características de los alimentos se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el tacto, no se utiliza aparatos ni instrumentos de medida, sino se realiza con evaluadores que serán personas capacitadas (Cajamarca, 2010).

2.11.5.1. Propiedades sensoriales y texturales

- *Propiedades sensoriales.*- son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son, por tanto, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto (detectado por la lengua, donde se perciben los cinco gustos básicos: Dulce, Salado, Ácido, Amargo y Umami (Anzaldúa y Morales, 1994 citado por Picallo, 2009).

- *Propiedades texturales.*- La textura tiene tres tipos de atributos: mecánicos, geométricos y de composición (Larmond, 1976 citado por Picallo, 2009).

a) *Los atributos mecánicos:* dan una indicación del comportamiento mecánico del alimento ante la deformación.

b) *Los atributos geométricos:* se relacionan con la forma o la orientación de las partículas de un alimento, por ejemplo, la fibrosidad, la granulosis, la porosidad, la esponjosidad, etc.

- c) *Los atributos de composición:* son los que indican la presencia de algún componente en el alimento, como serían la humedad, carácter graso, harinosidad, etc.

3. LOCALIZACIÓN

El trabajo de campo se realizó en el Centro de Facilidades para la Investigación y Capacitación Kiphakiphani, ubicado en provincia Ingavi del departamento de La Paz, a una distancia de 4km de Viacha y 41 Km de la ciudad de La Paz. El lugar está en la transición entre el Altiplano Central y Norte. Con latitud sur: 16° 39" 30', longitud oeste: 68°16"58', altitud 3850 m.s.n.m. (SENAMHI, 2014).

El trabajo de laboratorio se realizó en el Campus Universitario de Cota-Cota, ubicado en la calle treinta en instituto de investigación de procesos químicos (IIDEPROQ) de la Facultad de ingeniería.

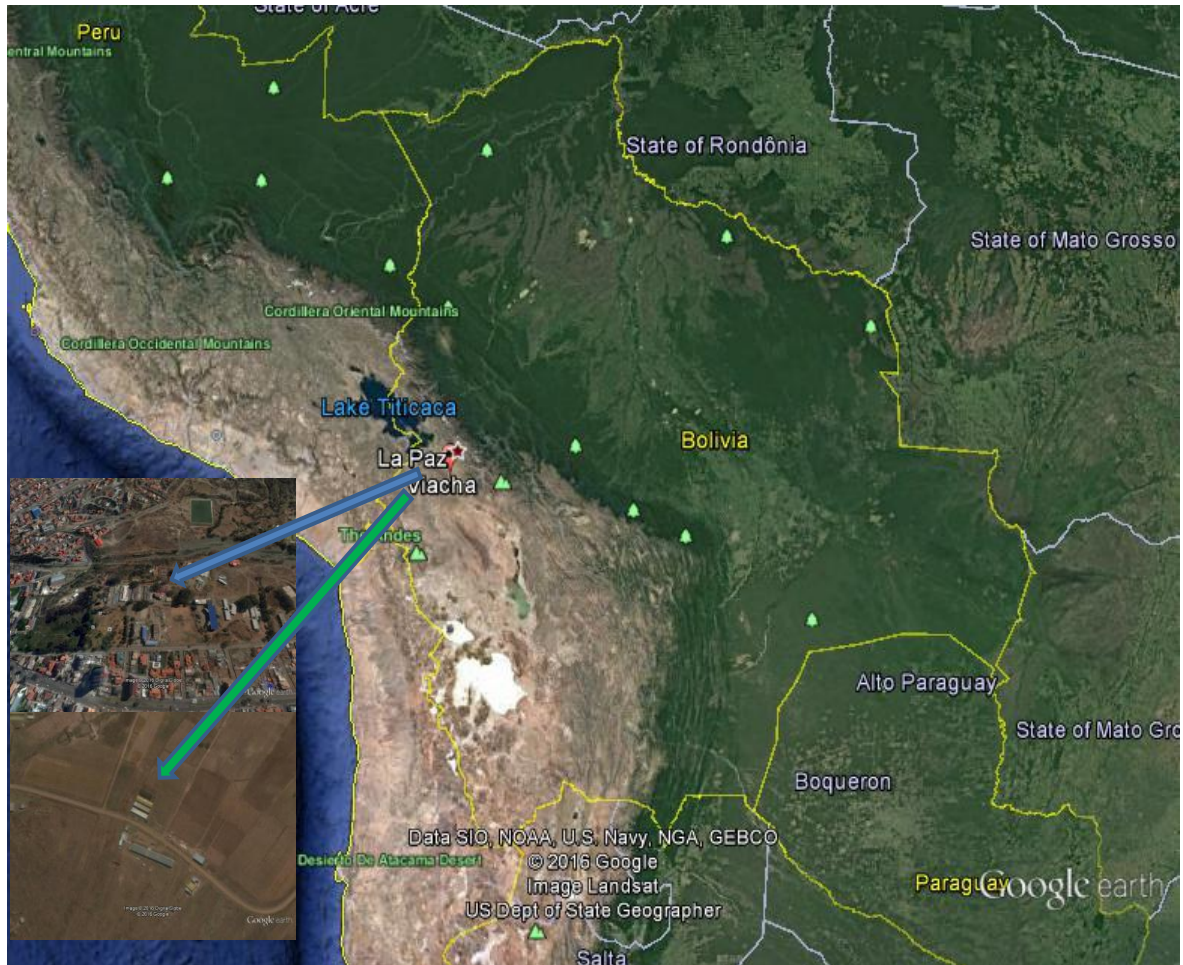


Imagen 1. Ubicación del ensayo (campo y laboratorio)

3.1. Características agroecológicas de la zona

3.1.1. Clima

Kiphakipani posee un clima frío y seco la mayor parte del año, con una estación lluviosa entre diciembre y febrero con precipitación de 554 mm por año, temperatura media de 8,4°C (SENAMHI, 2014).

3.1.2. Suelo

Según Auza (2003), los suelos de la zona son de origen aluvial y coluvial con bajo contenido de materia orgánica del tipo aridisol, presentando una profundidad efectiva de capa arable de 20 a 25 cm.

3.1.3. Especies vegetales de la zona

Las especies nativas que predominan en esta zona son: Chílliwa (*Festuca dolichophylla*), Ichu (*Estipa ichu*), Paja brava (*Festuca orthophylla*), Chíji (*Distichlis humilis*), Cebadilla (*Bromus unioloides*), Diente de león (*Taraxacum officinalis*), Reloj reloj (*Erodium cicutarium*), Mostasa (*Brassica campestris*), Muni muni (*Bidens pilosa*), Cola de ratón (*Hordenum muticum*), *Pasto bandera* (*Bouteloa simplex*), Qhana paku (*Sunchus oleraceus*), Payqo (*Chenopodium ambrosoides*), Ajara o Quinoa silvestre (*Chenopodium sp.*) y Apha ru o Papa silvestre (*Solanum acaule*), (Fernández, 1992 citado por Tambo 2014).

Los principales cultivos de la zona son: Papa (*Solanum tuberosum*) grupo *tuberosum*, *S. curtilobum*, *S. ajahuiri*, *S. juzepzuckii*), Oca (*Oxalis tuberosa*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Qañawa (*Chenopodium pallidicaule*), Cebada (*Hordeum vulgare*), Avena (*Avena sativa*), Alfalfa (*Medicago sativa*), (Fernández, 1992 citado por Tambo 2014).

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Material genético

Para el presente trabajo de investigación se utilizó diez clones de oca que son: B-35, B-32, 25-OT, 18-OT, 26-OT, 20-OT, 29-OT, B-25, 21-OT, B-18 proporcionadas por la Fundación PROINPA.

4.1.2. Material de campo

Los materiales que se utilizaron fueron: Chontilla, bolsas de yute, bolsas de plástico previamente acondicionado, marbetes, cuaderno de campo, marcador, lápiz, carretilla para el traslado del material genético y bandejas (1,00 X 0,50 m.) para el asoleado de los tubérculos.

4.1.3. Material de laboratorio

Los materiales de laboratorio que se utilizó son: 1 Mortero, 4 bandejas inoxidable, 1 matraz aforado 50 mL, 5 matraz aforado 25 mL, filtro de membrana de celulosa 0,2 µm, 10 frascos shoot 100 mL, 1 frascos shoot de 250 mL y 2 frascos shoot 2000 mL, 1 micro pipeta 1000 µl y 1 micro pipeta 200 µl, propipeta, 1 pipeta de 10 mL, bureta 50 mL, jeringas desechables de 5 mL, eppendorf 1,5 mL, varillas de vidrio, vasos precipitados de 100 mL, piceta 250 mL.

4.1.4. Equipos de laboratorio

Los equipos que se utilizó son: Balanza analítica, Balanza de humedad de precisión 0.001mg, Estufa de 105°C, Autoclave, Shaker, Centrifugadora, Micro-centrifugadora, Bortex, Refrigeradora, HPLC (Shimadzu).

4.1.5. Reactivos

Los reactivos que se utilizaron son: Agua destilada, Etanol absoluto, Ácido sulfúrico, Agua para HPLC (agua destilada y des-ionizada), Sacarosa (Scharlau Chemie S. A. Sentmeant SPAIN. European Union), Glucosa y fructosa (Sigma Aldrich, Co., St. Louis, MO, USA).

4.1.6. Material de gabinete

Los materiales de gabinete que se utilizó fueron: material de escritorio, cámara fotográfica, equipo de computación y descriptores de oca, escala de colores, etc.

4.2. Método de investigación

4.2.1. Procedimiento de investigación

La evaluación de características cualitativas y cuantitativas durante el proceso de asoleado de la oca se realizó en la siguiente secuencia: Recolección de muestras, determinación del peso fresco, descripción de las muestras, adecuación de muestras, asoleado (expuesto a 50 cm. y a 2,50 m. de la pared), determinación de la humedad y materia seca, determinación del contenido de azúcar, evaluación sensorial, análisis de datos e interpretación de resultados.

4.2.1.1. Recolección de muestras

Las muestras se recolectaron de la parcela ya sembrada donde el material se encontraba codificada por la institución, para lo cual se procedió a cosechar cada uno de los clones y acumulando en bolsas plásticas acondicionadas con orificios de 5 mm., de diámetro. Las muestras fueron identificadas con marbetes y sus códigos. Luego se procedió al seleccionado por tamaño (grande, mediano, pequeño) de cada uno de los diez clones de oca.

Una vez seleccionada se tomaron las ocas de tamaño mediano para realizar la evaluación de la pérdida de peso.

4.2.1.2. Adecuación de la muestras

Teniendo la muestra seleccionadas, se procedió al pesado de 100 g de cada muestra, posteriormente se colocó individualmente con sus códigos en bandejas de 1.00 x 0.50 m. (divididas en su interior en dos pequeñas bandejas de 0.25 x 0.20 m) construidas de madera y cartón.

4.2.1.3. Determinación de la pérdida de peso

La evaluación de la pérdida de peso de los diez clones de oca se realizó en el Centro de Facilidades para la Investigación y Capacitación Kipha-kiphani. Para lo cual se evaluaron dos ensayos, el primero fue a 50 cm. de distancia de la pared y el segundo a 2,50 m. de distancia de la pared donde se registró el peso inicial, luego cada cinco días hasta llegar a las cuatro semanas en el proceso de asoleado. Para saber si influye en la pérdida de peso de las ocas.

4.2.1.3.1. Asoleado de las muestras

Para el asoleado de los clones de oca se utilizó el método tradicional de exposición al sol. Para esto, las muestras preparadas fueron distribuidas en cuatro bandejas y en sus subdivisiones asignadas para cada clon y su respectiva repetición.

4.2.1.3.2 Distribución de ensayos

En el primer ensayo se midió 50 cm. de distancia de la pared, donde se colocaron cuatro bandejas, cada una con los diez clones de oca y en el segundo ensayo se midió 2,50 m. de distancia de la pared, luego se colocaron las cuatro bandejas, cada uno con los diez clones de oca.

4.2.1.3.3. Toma de datos

El registro de datos se realizó cada 5 días por cuatro semanas, para lo cual se utilizó una balanza digital de 0,01 mg de precisión y un cuaderno donde se registró el peso de cada muestra después de cada cinco días de asoleado y por tiempo de cuatro semanas de exposición al sol.

4.2.1.4. Evaluación de materia seca

La evaluación de la materia seca se realizó en el laboratorio del Instituto de Investigación de Procesos Químicos (IIDEPROQ), ubicado en la Calle treinta de Cota-Cota, campus Universitario de la UMSA en la ciudad de La Paz.

Para la determinación de la materia seca se utilizó una balanza de humedad de precisión de 0,001 mg, con lámpara halógena de 400W, MX-50K (LAB-123, USA), para lo cual se tomó al azar los tubérculos frescos de cada clon, una vez de tener el tubérculo, se procedió al cortado transversalmente de la parte central del tubérculo en rodajas llegando a un peso de 5 g. Para las muestras asoleadas se ha procedido de la misma forma.

Para el cálculo de la materia seca se utilizó la siguiente formula:

$$MS = 100\% - H\%$$

Donde:

MS = Materia seca

$H\%$ = Humedad en %

4.2.1.5. Caracterización del tubérculo

Para la caracterización de los tubérculos de oca, nos enfocamos en el color de la piel y color de la pulpa en los diez clones de oca en fresco (cosechada y sin exponer al sol) y asoleado (tubérculos expuestos al sol).

Para la descripción del color de la piel en oca fresca se tomó al azar cinco tubérculos de cada uno de los 10 clones, los cuales fueron evaluados mediante descriptores de oca después de haber cosechado (IPGRI/CIP, 2001). Estas mismas muestras se utilizaron para la descripción del color de la pulpa, para lo cual los tubérculos fueron cortados transversalmente en la parte central del tubérculo y se describió el color de la pulpa.

Para determinar el color de la piel y de la pulpa en ocas asoleadas, se siguió el mismo procedimiento que el de las ocas frescas.

4.2.1.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó en base a los principios que emplea el método, es decir, la evaluación o análisis sensorial del alimento es a través de los sentidos que perciben el sentido de la vista, el olfato, el gusto y el tacto (Cajamarca, 2010).

Para la evaluación sensorial se siguió secuencialmente los siguientes pasos: Preparación de la muestra, cocinado de la muestra, control en el proceso de cocinado y evaluación sensorial propiamente dicho.

4.2.1.6.1. Preparación de la muestra

Se tomó ocho tubérculos de cada uno de los 10 clones, los cuales fueron lavados con agua de grifo y secados bajo sombra. Posteriormente, las muestras fueron etiquetadas e introducidas en bolsas de polietileno transparentes y selladas con sellador eléctrico.

4.2.1.6.2. Cocinado de la muestra

Para el cocinado de las muestras se utilizó una olla de aluminio pequeño, donde se colocó todas las muestras etiquetadas, luego se vertió agua de grifo hasta cubrir las muestras. Las muestras así dispuestas fueron colocados a cocer en una cocina a gas licuado.

4.2.1.6.3. Control del proceso del cocinado

Para el proceso del cocinado, se esperó a la ebullición del agua. Al llegar este tiempo se determinó la temperatura del agua en el interior de la olla, introduciendo un termómetro de ebullición, el cual registró una temperatura de 88°C. El tiempo de cocinado fue de 30 minutos controlado por un cronometro. Pasado este tiempo se sacó con cuidado colocándolos en pequeños platos para proceder a la evaluación.

4.2.1.6.4. Evaluación

La evaluación se realizó en cuanto a su peso, aroma, cocción, textura, sabor, de los diez clones asoleados y cocidos. Los parámetros para la evaluación empleados se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Parámetros de evaluación cuantitativa y sensorial.

PESO (g)	AROMA	COCCION	TEXTURA	SABOR
Antes del cocinado	Amargo	Mala	Cremoso	Neutro
	Agrio	Falta	Poco cremoso	Agrio
Hervido o cocido	Suave	Regular	Áspero	Dulce
	Fuerte	Bueno	Poco áspero	Poco dulce
	Sin olor	Muy bueno	Harinoso	Muy dulce

Fuente: Elaboración propia, 2015.

4.2.1.7. Contenido de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa)

4.2.1.7.1. Preparación de estándar

Para el estándar se disolvió 2,25 g de D (+) sacarosa, 2,5 g de D (+) glucosa 1,25 g de D (-) fructosa en solución de agua destilada e des-ionizada con una concentración de ácido sulfúrico al 5 mM, en un matraz aforado de 250 mL, del cual se sacó una alícuota (37.5 mL, 25 mL, 12.5 mL, 2.5 mL de la solución) el cual se diluyó por separado en un matraz aforado de 50 mL, posteriormente se filtró por una membrana de acetato de celulosa de 0,2 µm en eppendorf de 1,5 mL y en viales de 1,5 mL. Los estándares fueron inyectados en cromatografía de líquidos de alta resolución HPLC (Shimadzu, Japón) Se utilizó una columna de acero inoxidable (Aminex HPX-87H, BIORAD, USA). La temperatura del horno de calentamiento fue de 60 °C. La fase móvil fue una mezcla de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 5 mM con agua destilada y des-ionizada, con un flujo de 0.6 mL/min. La presión fue de 7,3 MPa.

4.2.1.7.2. Contenido de azúcar en oca fresca

Para poder determinar el contenido de azúcar en las ocas frescas se realizó diferentes pasos recomendados por las normas de Sluiter *et al.* (2008).

4.2.1.7.2.1. Preparación de la muestra

Se sacó al azar dieciséis ocas medianas frescas de cada uno de los diez clones, los cuales fueron lavados con agua de grifo y cepillo, luego se los seco con papel secante, una vez de tener todas las ocas secas se procedió al pelado de cada uno. Quitando la piel con la ayuda de un cuchillo, seguidamente se realizó cortes transversales en rodajas delgadas de 1 mm., de espesor en bandejas inoxidables para facilitar el secado. Una vez de tener la muestra preparada se llevó a una estufa a 40 a 42°C de temperatura, siguiendo las normas Sluiter *et al.* (2008). El cual recomienda a esa temperatura para mantener en lo posible todas sus propiedades nutritivas del alimento.

Una vez de tener la muestra seca se procedió al molido con la ayuda de un mortero y pilón, hasta obtener una harina medio áspera no muy fino, el cual se tamizo en tamiz de

malla N: 35 y se colocó en sobres de papel filtro codificados, para mantener la humedad de la muestra.

4.2.1.7.2.2. Preparación de la muestra para analizar en HPLC

a) Determinación de humedad

Es necesario tomar la humedad antes de hacer cualquier análisis, donde la humedad debe ser menor al 10% en peso ya que el exceso de humedad interfiere en la concentración, según la norma de Sluiter et al., (2008).

La muestra seca se colocó en una estufa de 40 ± 2 °C de temperatura durante un día, luego se llevó a un desecador durante 30 minutos, posteriormente se programó la balanza de humedad con lámpara halógena de 400W, MX-50K (LAB-123, USA), el cual se configuro a programa MID, a temperatura de 105 °C donde se pesó 1g de la muestra, el cual registró la humedad en (%).

b) Muestra para analizar

Se utilizó el método modificado de Lai *et al.* (2011), donde se pesó 0,5 g muestra seca, se colocó en un shoot de 100 mL, donde se añadió 5 mL de etanol al 80%, se tapó herméticamente, luego se mesclo bien. El shoot se colocó en un shaker con agitador orbital 1083 (GFL, Alemania) a 80 °C de temperatura durante 15 minutos. Posteriormente se añadió 2,5 mL de etanol al 80% y la mezcla se calentó 15 minutos. Entonces se añadió otros 2,5 mL de etanol al 80% y la mezcla se calentó otros 15 minutos. Completando a 10 mL de solución. Se dejó enfriar a temperatura de medio ambiente, seguidamente la solución se colocó en eppendorf de 1,5 mL, con la ayuda de una micro-pipeta de 5mL, luego se centrifugo en una micro-centrifugadora N-2200 (MRC-Laboratory Equipment Ltd., Israel) a 100,000 rpm por 10 minutos, para que pueda

precipitar las proteínas y el almidón. El líquido se sacó con una jeringa, luego se filtró a través de una membrana de acetato de celulosa de 0,2 μm en viales de 1,5 mL antes de inyectar en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC).

4.2.1.7.2.3. Análisis de azúcares por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

La determinación de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) se realizó en cromatografía líquida de alta resolución HPLC (Shimadzu, Japón). Se utilizó una columna de acero inoxidable (Aminex HPX-87H, BIORAD, USA). La temperatura del horno de calentamiento fue de 60 °C. La fase móvil fue una mezcla de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 5 mM con agua destilada y des-ionizada, con un flujo de 0.6 mL/min. La presión fue de 7,3 MPa.

Para el cálculo de la concentración de azúcares en masa (g/g) se utilizó la siguiente formulas:

a) Formula de estándares obtenidos por regresión lineal

$$\text{Sacarosa } x = \frac{y+1032,1}{218808}$$

$$\text{Glucosa } x = \frac{y-2138,6}{348642}$$

$$\text{Fructosa } x = \frac{y+2273,2}{390962}$$

Donde:

X = Concentración de azúcar en g/L

Y = Área de cada azúcar determinado por HPLC

c) Fórmula para determinar solidos totales %

$$MS = 100\% - H\%$$

Donde:

MS = % solidos totales o materia seca

$H\%$ = Humedad en %

d) Fórmula para el cálculo de peso seco al horno (ODW) de la muestra determinado por LAP (2011).

$$ODW = \frac{\text{Peso de muestra seco } g \times \% \text{ de solidos totales}}{100\%} = (g)$$

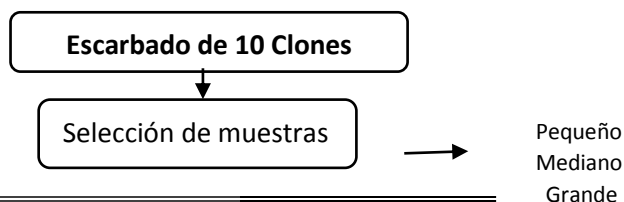
d) Fórmula para conversión de los azucares (g/L) a (g/g)

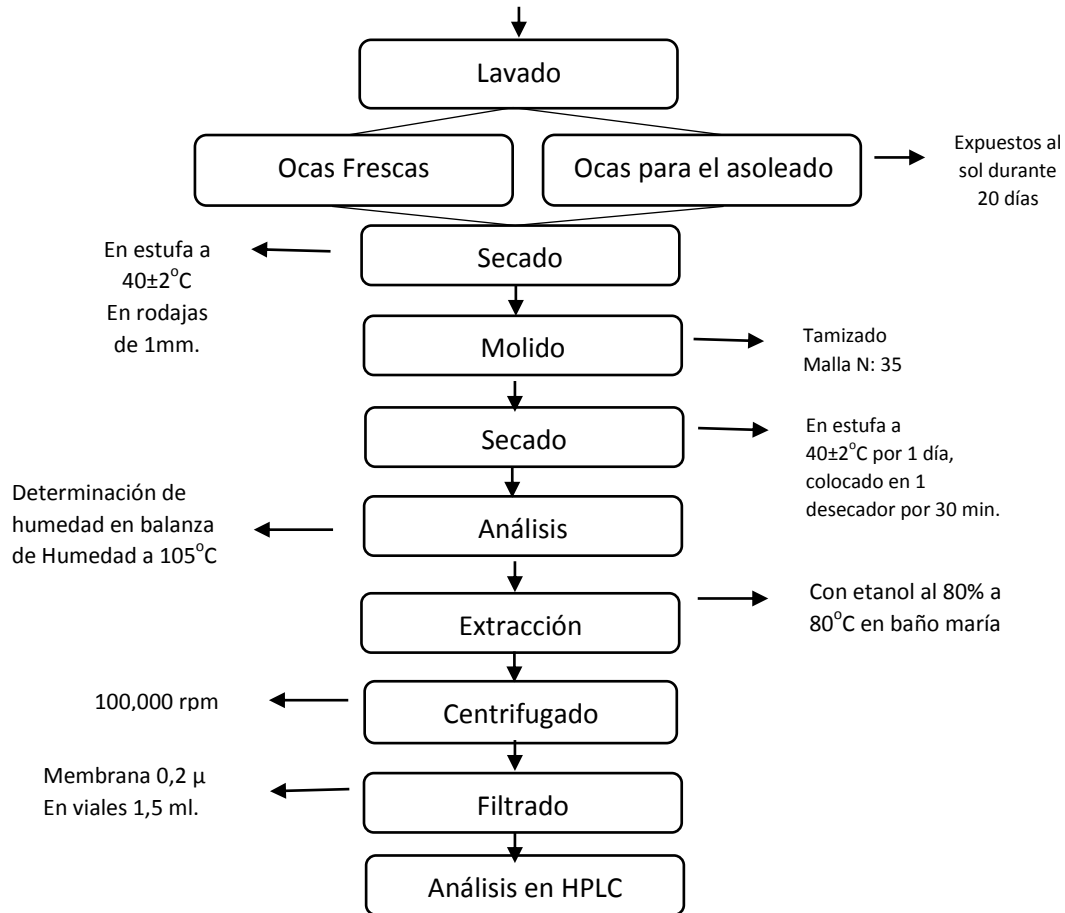
$$\text{Cons. de Azucar } \left(\frac{g}{L}\right) = \frac{1L}{1000ml} \times \frac{10 \text{ ml de solusion}}{ODW \text{ g}} = (g/g)(\text{Cons. azucar /muestra})$$

4.2.1.7.3. Contenido de azúcar en oca asoleada

Para determinar el contenido de azúcar se sacó ocho ocas asoleadas al azar de cada ensayo, haciendo un total de dieciséis ocas de cada clon, posteriormente se utilizó el mismo método y los mismos pasos de las ocas frescas. Resumidas en el diagrama 1.

Diagrama 1. Pasos para la determinación de azúcar





4.2.2. Diseño experimental

El diseño experimental empleado para evaluar las características cuantitativas en el proceso de asoleado de la oca se adoptó el de bloques completos azar. El bloqueo se realizó en razón de que las muestras fueron expuestas paralelo a la pared y probablemente la sombra de la misma podría tener alguna influencia en la pérdida de peso de las ocas en proceso de asoleado. Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza de acuerdo al modelo lineal del Diseño de bloques al azar propuesto por Calzada (1982) y cuyo modelo lineal aditivo es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquier

μ = Media general

β_i = Efecto del i-esimo pérdida de peso

T_i = Efecto del j-esimo de 10 clones de oca

ϵ_{ij} = Error experimental

En razón de que los productores suelen asolear la oca exponiendo los tubérculos paralela a la pared y otros lo exponen en el patio o alejado de la pared, se ha optado por establecer dos ensayos, una cerca de la pared (0 a 50 cm) y otro ensayo alejando de la pared (2 a 2.5 m). Por tanto, se trata de dos ensayos, uno cerca a la pared 0 a 0.5 cm y otro a 2.5 m. de distancia de la pared donde se colocaron los 10 clones de oca en cuatro bloques y la variable de estudio fue la pérdida de peso en el proceso de asoleado o endulzado.

Tratamientos de los diez clones de oca

- b1: Clon (B - 35)
- b2: Clon (B - 32)
- b3: Clon (25 - OT)
- b4: Clon (18 - OT)
- b5: Clon (26 - OT)
- b6: Clon (20 - OT)
- b7: Clon (29 - OT)
- b8: Clon (B - 25)
- b9: Clon (21 - OT)
- b10: Clon (B - 18)

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de la pérdida de peso en diez clones de oca asoleada

Los resultados obtenidos del análisis de varianza, para la pérdida de peso son: asoleado a 50 cm. de distancia de la pared y a 2.5 m. de distancia de la pared.

5.1.1. Resultados de pérdida de peso durante el asoleado

5.1.1.1. Pérdida de peso en 5 días a 50 cm. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 1. Análisis de varianza para pérdida de peso en 5 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.

F. V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	9.3080	3.1027	11.25	4,50**	
Clon	9	13.8954	1.5439	5.60	3,15**	<.001 **
Error	27	7.4478	0.2758			
Total	39	30.6513				
CV: 15,4 % Media = 3,4117						

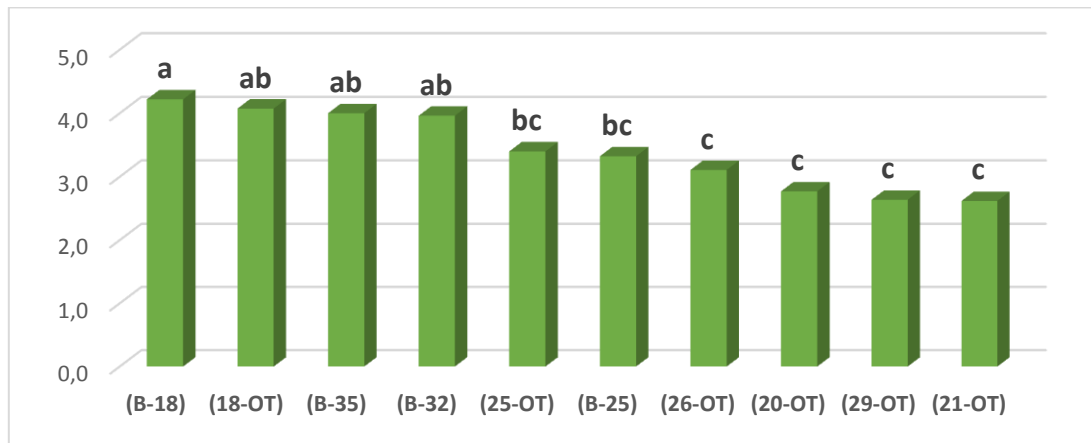
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

Según el cuadro 1, las diferencias entre los bloques y en los clones tuvieron efecto altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 15,4% que es aceptable en trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio es de 3, 412 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 1 y la figura 2, donde se observa que los clones B-18 tiene mayor pérdida de peso de 4,22 g y el 21-OT con una pérdida menor de 2,62 g en peso.

Figura 2. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 5 días de evaluación



Según la figura 2, podemos observar que existe diferencia en la pérdida de peso en los diez clones, también se observa tres grupos de clones que pierden pesos similares durante el asoleado. En el primer grupo esta 18-OT, B-35, B-32 perdiendo peso que varía de 3.96 a 4.07 g en el segundo grupo esta 25-OT, B-25 con 3,4 y 3,32 g y en el tercer grupo esta 26-OT, 20-OT, 29-OT y 21-OT, que varía de 2,62 a 3,11 g respectivamente.

La pérdida de peso se debe a la pérdida de agua por el gradiente de vapor producido entre una atmosfera interna saturada con los espacios intermoleculares del tubérculo, en este proceso intervienen los factores internos como la anatomía, morfología, grado de madurez, la relación superficie volumen del tubérculo y en los factores externos están la temperatura, la humedad relativa, movimiento de aire y la presión atmosférica (U.S. Food and Drug Administration, 1998 citado por Palate, 2013).

En nuestro caso ha intervenido todos los factores internos de cada clon, por qué existe clones que han perdido mayor y menor peso, se podía decir que no ha influido el color de cada clon por ejemplo 20-OT, 21-OT son clones de color rojo y amarillo que han perdido menor peso y los clones 18-OT, B-32 de color blanco amarillento y blanco han perdido mayor peso. En los factores externos tenemos la temperatura máxima de 18°C

y mínima 0,3°C, la humedad relativa 47,2% y la velocidad mínima del viento (24,1 km/h), porque estaban cerca de la pared, el cual detiene la velocidad del viento y mantiene la temperatura.

5.1.1.2. Pérdida de peso en 5 días a 2,50 m. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 2. Análisis de varianza para pérdida de peso en 5 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.

F. V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	0.1666	0.0555	0.41	4,50*	
Clon	9	123.167	13.685	10.02	3,15**	<.001 **
Error	27	36.886	0.1366			
Total	39	161.719				
CV: 13,7% Media = 2,7633						

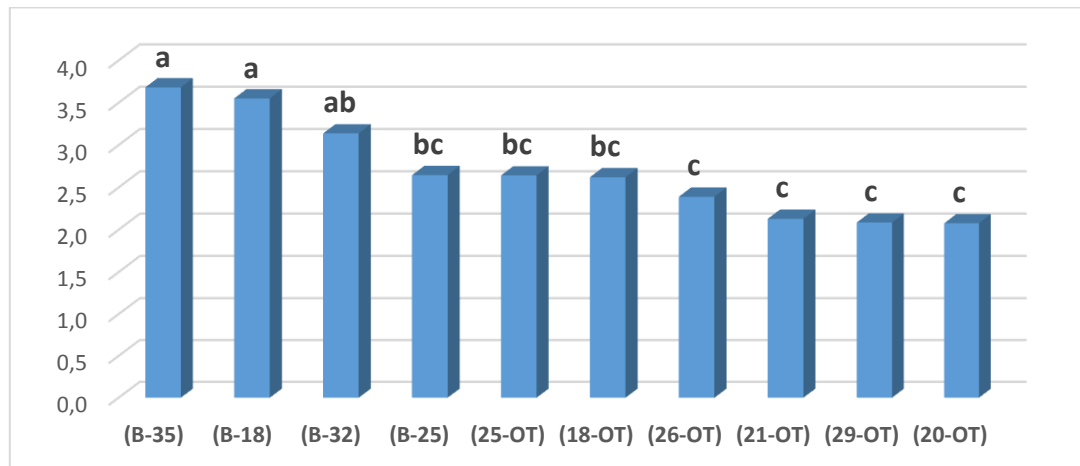
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

Según el cuadro 2, las diferencias entre los bloques fueron significativo y en los clones tuvo efecto altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 13,7% que es aceptable en trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio es de 2,76 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 6 y la figura 3, donde se observa que el clon B-35 tiene una pérdida de peso de 3,68 g y el clon 20-OT con una pérdida menor de 2,07 g.

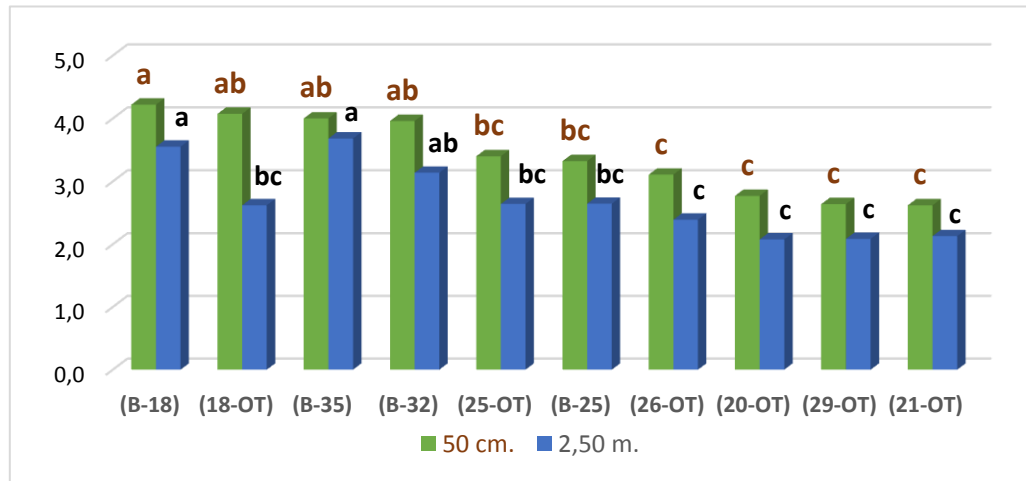
Figura 3. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 5 días de evaluación



Según la figura 3, Se puede observar que existen diferencias en la pérdida de peso, donde se destacan tres grupos de los diez clones de oca que han perdido pesos similares durante el asoleado, en el primero están los clones B-35 y B-18 con 3.68 a 3,55 g seguido del clon B-32 con 3,14 g en el segundo grupo están los clones B-25, 25-OT, 18-OT que varía de 2,65 a 2,62 g y por último los que han perdido menor peso pero similar son 26-OT, 21-OT, 29-OT y 20-OT, que varía de 2,39 a 2,08 g respectivamente.

Como se mencionó anteriormente que para la pérdida de peso influyen los factores internos y externos, se podría decir que en los factores externos que influyo más fue la velocidad del viento (24,1 km/h), ya que estaba alejado a 2,50 m. de la pared y el tiempo de asoleado que fue de 8 horas, con dos horas más que el primer ensayo.

Figura 4. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm. y 2,50 m. de distancia de la pared en 5 días de evaluación



Según la figura 4, se observa que el primer ensayo a 50 cm. de distancia de la pared tuvo mayor pérdida de peso en comparación al segundo ensayo. Esto se debe a que la pared mantuvo la temperatura constante del lugar además disminuyó la velocidad del viento, pero solo tuvo 6 horas de asoleado (9:00 am. a 15 pm.) por que la sombra de la pared cubrió todo el tratamiento. En el segundo ensayo a 2,50 m. de distancia de la pared influyo mucho la velocidad del viento (24,1 km/h), por tanto la temperatura no fue constante a pesar que tuvo 2 horas más de asoleado (9:00 am. a 17 pm.).

5.1.1.3. Pérdida de peso en 10 días a 50 cm. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 3. Análisis de varianza para pérdida de peso en 10 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.

F. V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	13,8614	4,6205	20,14	4,50**	
Clon	9	16,7478	1.8609	8,11	3,15**	<.001 **
Error	27	6,1957	0.2295			
Total	39	36,8050				

CV: 13,2 % Media =3,5972

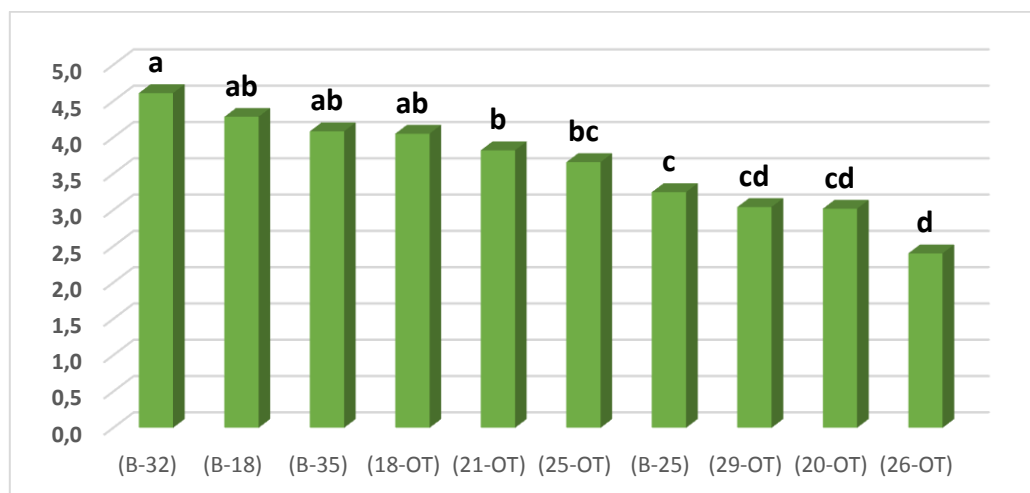
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coficiente de variación.

Según el cuadro 3, las diferencias entre los bloques y en los clones tuvieron efecto altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 13,2% siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio cerca a la pared es de 3,59 g respectivamente.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 2 y la figura 5, donde podemos observar que el clon B-32 tiene mayor pérdida de peso con 4,61 g y el clon 26-OT con una pérdida menor de 2,40 g en peso.

Figura 5. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 10 días de evaluación



Según la figura 5, en la mayoría de los clones presentan diferentes pérdidas de peso durante el asoleado, pero también se puede observar dos grupos que pierden pesos similares como los clones B-18, B-35, 18-OT que varía de 4,28 a 4,05 g y los clones que han perdido menor peso pero similar son 29-OT con 3,04 g y 20-OT con 3,02 g respectivamente.

Después de los diez días de asoleado algunos clones de oca han empezado a perder más peso que los demás por ejemplo el clon B-32 y 21-OT, lo cual nos indica que si influye los factores internos de cada tubérculo y muy poco o casi nada el color porque el clon 26-ot que es de color rojo ha perdido menos peso que los demás clones.

5.1.1.4. Pérdida de peso en 10 días a 2,50 m. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 4. Análisis de varianza para pérdida de peso en 10 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.

F. V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	59.493	19.831	6.23	4,50**	
Clon	9	96.457	10.717	3.37	3,15**	0.007 **
Error	27	85.958	0.3184			
Total	39	241.908				
CV: 15,4 % Media = 3,6825						

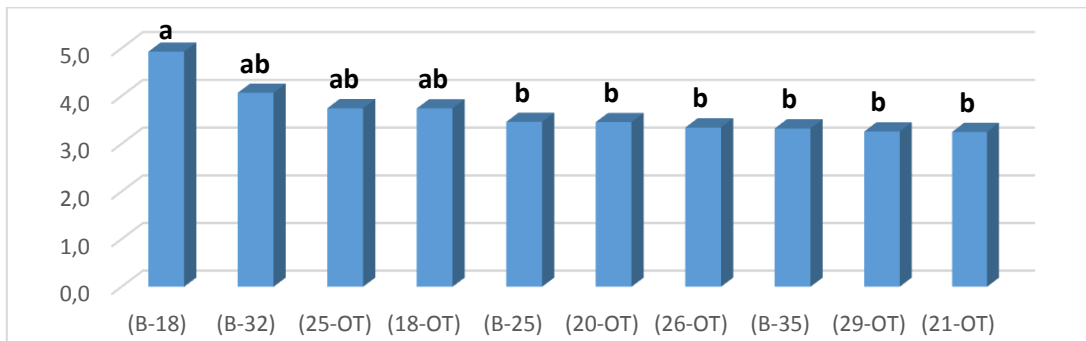
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

Según el cuadro 4, las diferencias entre los bloques y en los clones tuvieron efecto altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 15,4% que es aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio a 2,50 m. de distancia de la pared es de 3,68 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 7 y la figura 6, donde se observa que el clon B-18 tiene una pérdida de peso de 4,92 g y el clon 21-OT con una pérdida menor de 3,25 g en peso.

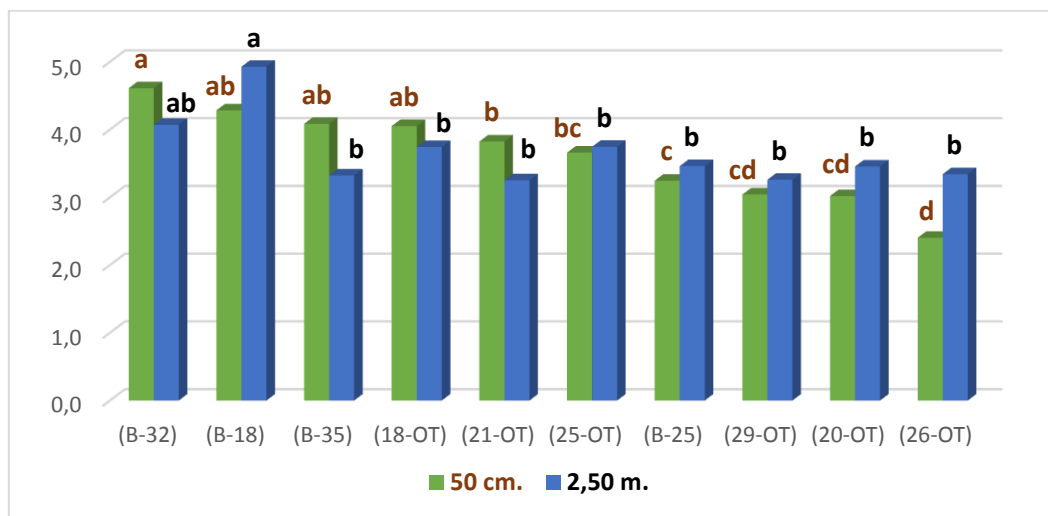
Figura 6. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 10 días de evaluación



Según la figura 6, se observa dos grupos de clones que pierden pesos similares como B-32, 25-OT, 18-OT que varía de 4,07 a 3,74 g. Los demás clones han perdido menor peso pero similar que son B-25, 20-OT, 26-OT, B-35, 29-OT y 21-OT que varía de 3,46 a 3,25 g. durante el asoleado.

La pérdida de peso es muy variable porque depende de su naturaleza, anatomía y morfología ya que después de 10 días de asoleado algunos clones han perdido más peso como los clones 20-OT, 26-OT, 29-OT, 21-OT, otros se han mantenido y el clon que ha perdido menos es B-35.

Figura 7. Comparación de los valores promedio de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 10 días de evaluación



Según la figura 7, podemos observar que el primer ensayo a 50 cm. de distancia han perdido mayor peso en 5 clones, excepto en los clones B-18, 25-OT, 20-OT, 26-OT, 29-OT, esto se debe a que en la primera evaluación los clones han perdido mayor peso por evaporación. En el segundo ensayo se podría decir que se debe a la influencia del tiempo de asoleado ya que tenía dos horas más que el primer ensayo, por lo tanto si exponemos los tubérculos más tiempo al sol se perderá más humedad por evaporación y también ha tenido que influir su naturaleza físico-química en estos 5 clones. Por qué los demás clones han perdido menor peso.

5.1.1.5. Pérdida de peso en 15 días a 50 cm. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 5. Análisis de varianza para pérdida de peso en 15 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.

F.V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	71.222	23.741	4.76	4,50**	
Clon	9	140.087	15.565	3.12	3,15*	0.010 **
Error	27	134.593	0.4985			
Total	39	345.902				
CV: 17,6 % Media = 4,0448						

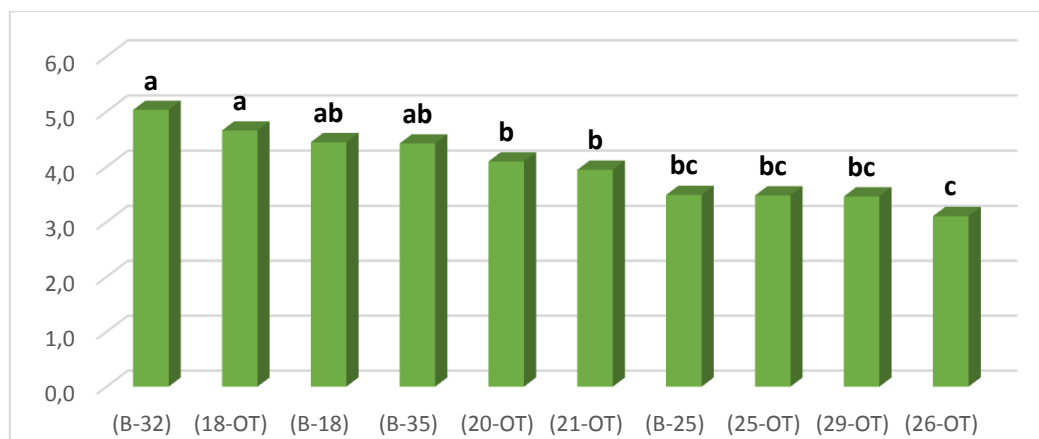
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coeficiente de variación.

Según el cuadro 5, las diferencias entre los bloques es altamente significativo y en los clones fue significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 17,6% siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio cerca a la pared es de 4,04 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 3 y la figura 8, donde se observa que el clon (B-32) tiene mayor pérdida de peso de 5,03 g y el clon (26-OT) con una pérdida menor de 3,11 g en peso.

Figura 8. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 15 días de evaluación



Según la figura 8, los clones varían en la pérdida de peso, además se puede observar esa diferencia dividida en cuatro grupos, el primero es B-32 y 18-OT con una pérdida de 5,03 a 4,66 g el segundo es B-18 y B-35 con 4,45 a 4,42 g el tercero es 20-OT y 21-OT con 4,09 a 3,95 g el cuarto es B-25, 25-OT y 29-OT con 3,49 a 3,46 g respectivamente.

La diferencia de la pérdida de peso se debe a los factores internos y externos y a la cantidad de agua libre la cual se pierde con facilidad por evaporación del tubérculo según Lucero (2005). En este caso podemos observar que la mayoría de los clones está empezando a perder un peso pero similar, indicándonos que podría tener menos agua libre para perder.

5.1.1.6. Pérdida de peso en 15 días a 2,50 m. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 6. Análisis de varianza para pérdida de peso en 15 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.

F. V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	49.335	16.445	3.28	4,50*	
Clon	9	224.180	24.909	4.97	3,15**	<.001 **
Error	27	135.297	0.5011			
Total	39	408.813				
CV: 19,3 % Media = 3,7797						

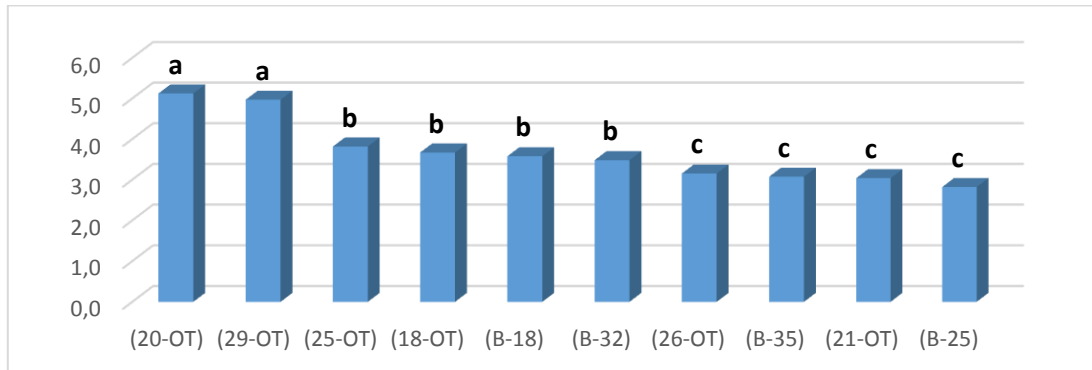
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coeficiente de variación.

Según el cuadro 6. Podemos observar que en los bloques tuvo efecto significativo y los clones es altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 19,3% siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio a dos metros de distancia es de 3,78 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 8 y la figura 9, donde se observa que el clon 20-OT tiene una pérdida de peso de 5,12 g y el clon B-25 con una pérdida menor de 2,82 g en peso.

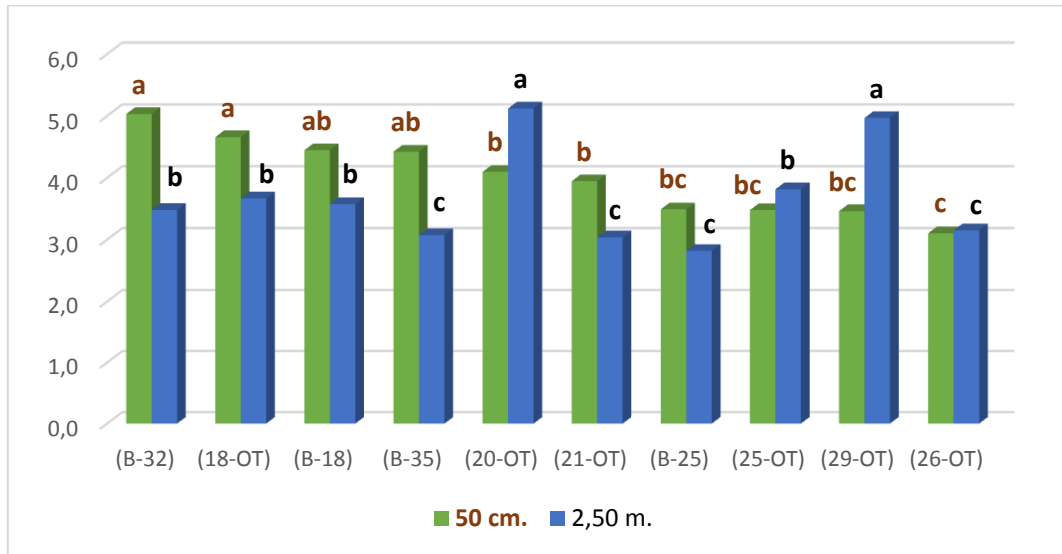
Figura 9. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 15 días de evaluación



Según la figura 9, se observa tres grupos que pierden pesos similares durante el asoleado, el primero es 20-OT y 29-OT con una pérdida de 5,12 a 4,97 g, el segundo grupo es 25-OT, 18-OT, B-18 y B-32 con una pérdida de 4,06 a 3,58 g, seguido de los clones 26-OT, B-35, 21-OT y B-25 con una pérdida menor de 3,57 a 2,82 g. respectivamente.

En este caso se podría decir que los clones que inicialmente han perdido menos peso en la primera evaluación, empezaron a perder mayor peso desde la segunda evaluación, por la deshidratación y tipo de asoleado han ayudado a que la textura del tubérculo se vuelva suave y por lo tanto ayude a la pérdida de peso en estos tubérculos.

Figura 10. Comparación de los valores promedios de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 15 días de evaluación



Como se observa en la figura 10, es muy variable la pérdida de peso en los dos ensayos, en el primer ensayo a 50 cm. se ha perdido mayor peso en la mayoría de los clones excepto en tres clones como 20-OT, 29-OT y 25-OT que han perdido mayor peso en el segundo ensayo a 2,50 m de distancia de la pared, se podría decir que esto se debe a la naturaleza física de los tres clones como la textura y el mayor tiempo de asoleado, han tenido que influir en la pérdida de peso.

5.1.1.7. Pérdida de peso en 20 días a 50 cm. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 7. Análisis de varianza para pérdida de peso en 20 días de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared.

F.V.	G.L	S.C	C.M	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	0.8523	0.2841	1.23	4,50*	
Clon	9	33.086	0.3676	1.59	3,15*	0.168 **
Error	27	62.320	0.2308			
Total	39	103.929				
CV: 10,2 % Media = 4,5984						

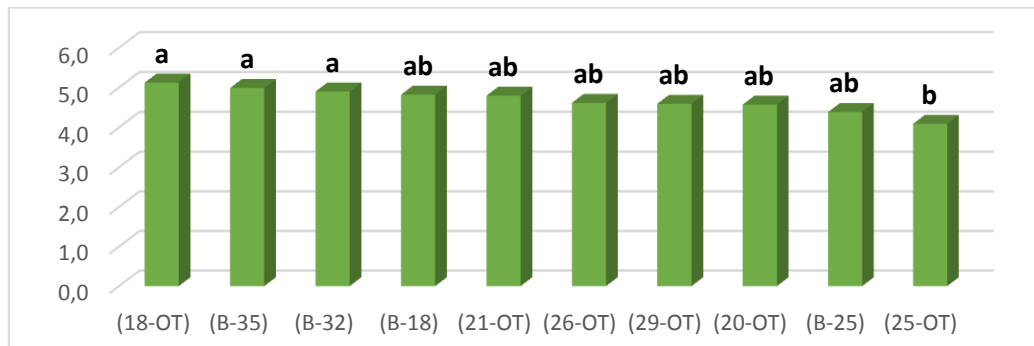
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coeficiente de variación.

Según el cuadro 7. Podemos observar que en los bloques y en los clones es significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 10,2 % siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio cerca a la pared es de 4,59 g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 4 y la figura 11, donde en el tratamiento se observa que el clon 18-OT tiene mayor pérdida de peso de 5,12 g y el clon 25-OT con una pérdida menor de 4,09 g en peso respectivamente.

Figura 11. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm, de la pared en 20 días de evaluación



Según la figura 11, se observa dos grupos que pierden pesos similares durante el asoleado, el primero pierde peso de 5,12 a 4,90 g. Seguido de los clones B-18, 21-OT, 26-OT, 29-OT, 20-OT, B-25 y 25-OT con una pérdida menor en peso pero similar de 4,09 a 4,82g respectivamente.

La pérdida de peso es casi similares en la mayoría de los clones de oca, esto podría ser por la disminución de agua libre por evaporación de cada tubérculo. Además de influir los factores internos y externos.

5.1.1.8. Pérdida de peso en 20 días a 2,50 m. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 8. Análisis de varianza para pérdida de peso en 20 días de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.

F.V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	149.111	49.704	7.36	4,50**	
Clon	9	174.897	19.433	2.88	3,15*	0.016 **
Error	27	182.311	0.6752			
Total	39	506.319				
CV: 19,9 % Media = 4,1857						

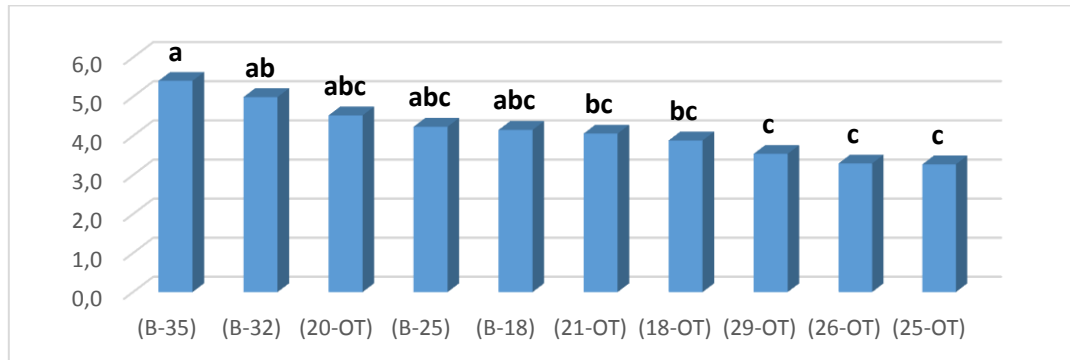
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coeficiente de variación.

Según el cuadro 8, las diferencias entre los bloques tuvieron efecto altamente significativo y en los clones fue significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 19,9 % siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio a dos metros de distancia es de 4,18 g respectivamente.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 9 y la figura 12, donde se observa que el clon B-35 tiene una pérdida de peso de 5,40 g y el clon 25-OT con una pérdida menor de 3,27g.

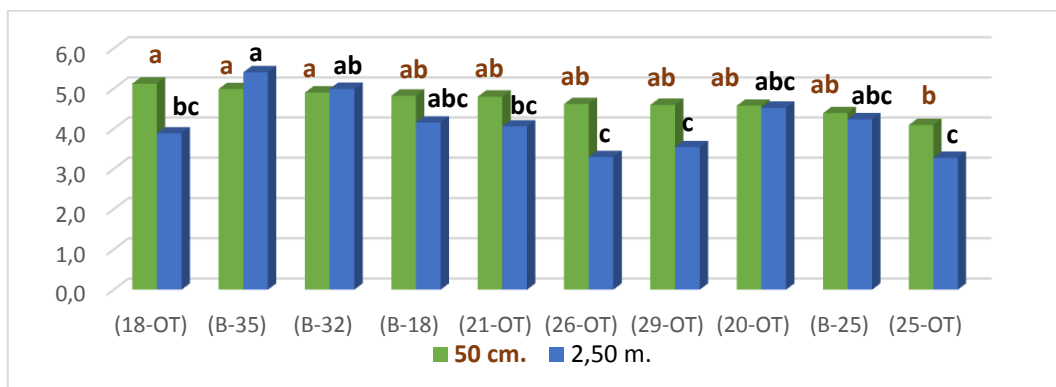
Figura 12. Valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 2,50 m. de la pared en 20 días de evaluación



Según la figura 12, los clones pierden pesos similares en tres grupos. En el primer grupo esta 20-OT, B-25 y B-18 pierden peso de 4,52 a 4,2 g, en el segundo grupo esta 21-OT y 18-OT con 4,06 a 3,9 g. y por ultimo está el tercer grupo 29-OT, 26-OT y 25-OT con 3,54 a 3,27 g, respectivamente.

En este ensayo también se puede observar que los clones de oca van igualando la pérdida de peso por la disminución del agua libre, que disminuyo por el tiempo de exposición de los tubérculos al sol donde influyeron los factores internos como también externos.

Figura 13. Comparación de los valores promedio de pérdida de peso de 50 cm y 2,50 m. de distancia de la pared en 20 días de evaluación



Como podemos ver en la figura 13, en el primer ensayo a 50 cm. de distancia de la pared, la mayoría de los clones ha perdido más peso que en el segundo ensayo a 2,50 m de distancia de la pared excepto en dos clones como B-35 y B-32, esto podría ser por la poca evaporación del agua libre que ha tenido en las dos anteriores evaluaciones por los cambios físico químicas que ha sufrido en la textura, lo que ha hecho que pierda más peso.

5.1.1.9. Pérdida de peso en 4 semanas a 50 cm. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra el análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 9. Análisis de varianza para pérdida de peso en 4 semanas de asoleado a 50 cm. de distancia de la pared

F. V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	9.126	3.042	1.58	4,50*	
Clon	9	128.471	14.275	7.41	3,15**	<.001**
Error	27	52.018	1.927			
Total	39	189.615				
CV: 8,8% Media = 15,6521						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

Según el cuadro 9. Las diferencias entre los bloques tuvieron efecto significativo y en los clones fue altamente significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 8,8 % siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio cerca a la pared es de 15,65g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 5 y la figura 14, donde en el tratamiento se observa que el

clon B-32 tiene mayor pérdida de peso de 18,00g y el clon 26-OT con una pérdida menor de 13,23 g en peso.

5.1.1.10. Pérdida de peso en 4 semanas a 2,50 m. de distancia de la pared

En el siguiente cuadro se muestra los resultados del análisis de varianza para la pérdida de peso.

Cuadro 10. Análisis de varianza para pérdida de peso en 4 semanas de asoleado a 2,50 m. de distancia de la pared.

F.V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	1.002	0.334	0.10	4,50*	
Clon	9	81.743	9.083	2.76	3,15*	0.020*
Error	27	88.756	3.287			
Total	39	171.501				
CV: 12,8 % Media = 14,4113						

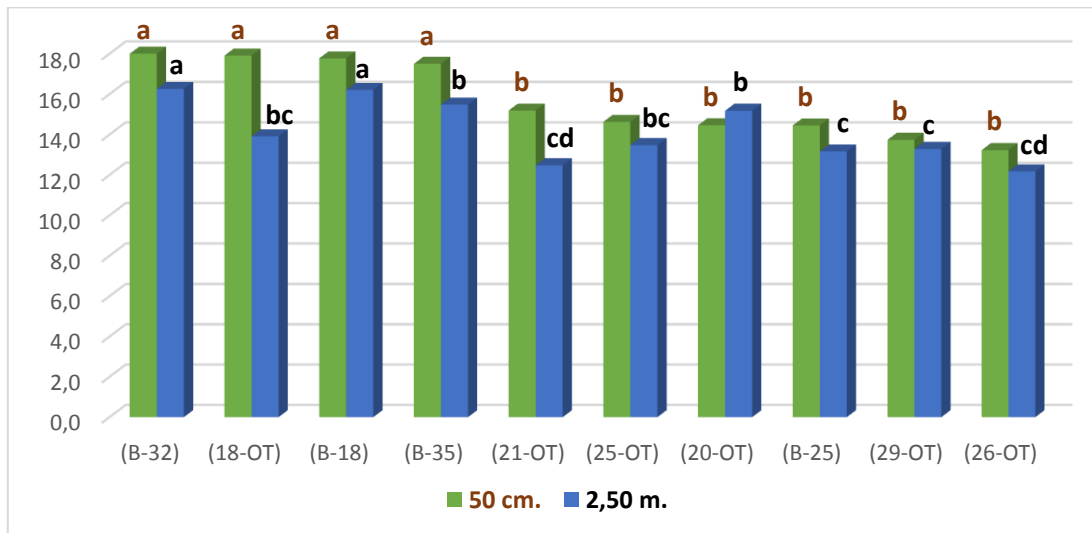
FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

Según el cuadro 10, las diferencias entre los bloques tuvieron efecto significativo y en los clones fue significativo en la pérdida de peso. En cuanto a la fuente de variación las diferencias de los clones son altamente significativos, esto indica que cada clon varía en la pérdida de peso.

Los resultados obtenidos son confiables, porque el coeficiente de variabilidad es 12,8 % siendo aceptable en los trabajos de campo. La pérdida de peso en promedio a dos metros de distancia es de 14, 41g.

En razón de las diferencias para los clones, se ha realizado la prueba de Duncan que se encuentra en el anexo 10 y la figura 14, donde se observa que el clon B-32 tiene una pérdida de peso de 16,26 g y el clon 26-OT con una pérdida menor de 12,18 g en peso.

Figura 14. Comparación de los valores promedio de pérdida de peso de los diez clones de oca a 50 cm. y a 2,50 m. de la pared en 4 semanas



Según la figura 14, el primer tratamiento tiene mayor pérdida de peso en 9 clones como B-32, B-18, B-35, 18-OT, 21-OT, B-25, 26-OT, 25-OT, 29-OT y en el segundo tratamiento se puede observar que en 1 clon tiene mayor pérdida de peso 20-OT, en los demás clones tuvo menor pérdida de peso.

Se podría afirmar que si influye el lugar de la investigación, ya que el primer ensayo a 50 cm. que estaba cerca a la pared, perdió más peso que el segundo ensayo esto podría ser probablemente a que la pared mantenía la temperatura, a pesar de que tuvo menor tiempo de asoleado. En el segundo ensayo que fue a 2,50 metros de distancia de la pared, se ha podido evidenciar la pérdida de peso mayor solo en un clon que es 20-OT esto se debe que el tubérculo haya sufrido daños en su textura para que exista una deshidratación mayor que los demás causado por el golpe de sol y los vientos.

5.2. Evaluación de la materia seca en fresco y asoleado en 10 clones de oca

5.2.1. Evaluación de la materia seca en ocas frescas

Los tubérculos de oca contienen entre 70 a 80% de humedad, 11 a 22% de carbohidratos, cerca de 1% de grasa, fibra y un alto nivel de proteína más de 9%. Los tubérculos ácidos o "amargos" contienen ácido oxálico hasta 500 ppm., las variedades dulces tienen un indicio de 79 ppm. (Montes, 1997 citado por Rosero, 2010)

Según Cajamarca (2010), determino la humedad en fresco del 80,1% y en la oca endulzada del 51% de humedad, concluyendo que las ocas frescas pierden más humedad que las ocas endulzadas debido al proceso del endulzamiento, con la exposición de las muestras al sol.

Podemos notar tanto en la figura 15 y 16 que el contenido de humedad y la materia seca es variable en los diez clones de oca, porque se ha podido evidenciar, que el clon 29-OT tiene el mayor porcentaje de humedad del 83,61% y menor contenido de materia seca del 16,39 %. El clon que presento menor porcentaje de humedad es 20-OT con el 78,42% y con mayor contenido en materia seca del 21,58 % respectivamente.

Cuadro 11. Evaluación del contenido de humedad y materia seca en ocas frescas en 5 g de muestra en (%) y (g).

CLON		Peso inicial (g)	Humedad (%)	Materia seca (%)	Materia seca (g)	Tiempo (min)
N	Código					
1	(B-35)	5,003	78,660	21,340	1,070	49,6
2	(B-32)	5,005	80,670	19,330	0,970	45,7
3	(25-OT)	5,004	80,030	19,970	1,000	54,6
4	(18-OT)	5,006	81,290	18,710	0,940	41,6
5	(26-OT)	5,003	80,880	19,120	0,960	40,2
6	(20-OT)	5,005	78,420	21,580	1,080	36,6
7	(29-OT)	5,040	83,610	16,390	0,830	41,5
8	(B-25)	5,023	81,730	18,270	0,914	50,0

9	(21-OT)	5,015	81,870	18,130	0,910	49,2
10	(B-18)	5,013	82,040	17,960	0,900	41,9

5.2.2. Evaluación de la materia seca en ocas asoleadas

El contenido de humedad es variable en los tubérculos sometidos a un proceso de maduración el cual depende de su naturaleza del tubérculo y el tipo de tratamiento para el endulzado (Soto, 2000).

Según Lai (2011), la humedad esta correlacionado con las propiedades físico-químicas.

En el proceso del endulzado en los diez clones de oca, el contenido de humedad disminuye y materia seca aumenta en relación a los datos obtenidos de las ocas frescas, como se puede observar en los resultados y en la figura 15, la disminución de humedad y el incremento de la materia seca, depende de la naturaleza físico-química de cada clon de oca. Donde el clon B-18 presentando una concentración mayor en humedad del 81,17% con una perdida mínima de humedad del 0,87% (82,04% a 81,17%) su incremento de materia seca fue de 0,87% (17,96% a 18,83%) y el clon 25-OT presento una disminución mayor de humedad del 3,61% (80,03% a 76,42%) y aumento del 3,61% (19,97% a 23,58%) de materia seca respectivamente.

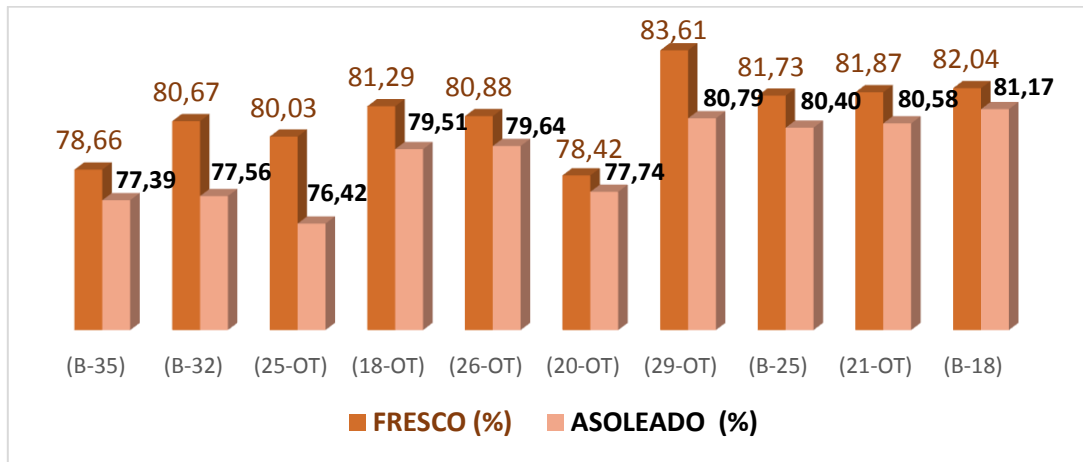
Cuadro 12. Evaluación del contenido de humedad y materia seca en oca asoleado en 5 g de muestra en (%) y (g).

CLON		Peso inicial (g)	Humedad (%)	Materia seca (%)	Materia seca (g)	Tiempo (min)
N	Código					
1	(B-35)	5,003	77,390	22,610	1,131	60,0
2	(B-32)	5,002	77,560	22,440	1,122	54,4
3	(25-OT)	5,002	76,420	23,580	1,179	56,0
4	(18-OT)	5,003	79,510	20,490	1,025	48,9
5	(26-OT)	5,001	79,640	20,360	1,018	60,0
6	(20-OT)	5,004	77,740	22,260	1,114	49,0
7	(29-OT)	5,002	80,790	19,210	0,961	49,4

8	(B-25)	5,002	80,400	19,600	0,980	51,0
9	(21-OT)	5,005	80,580	19,420	0,972	55,7
10	(B-18)	5,004	81,170	18,830	0,942	56,4

5.2.3. Comparación de la humedad, materia seca y el tiempo de determinación de humedad en los diez clones de oca fresca y asoleada

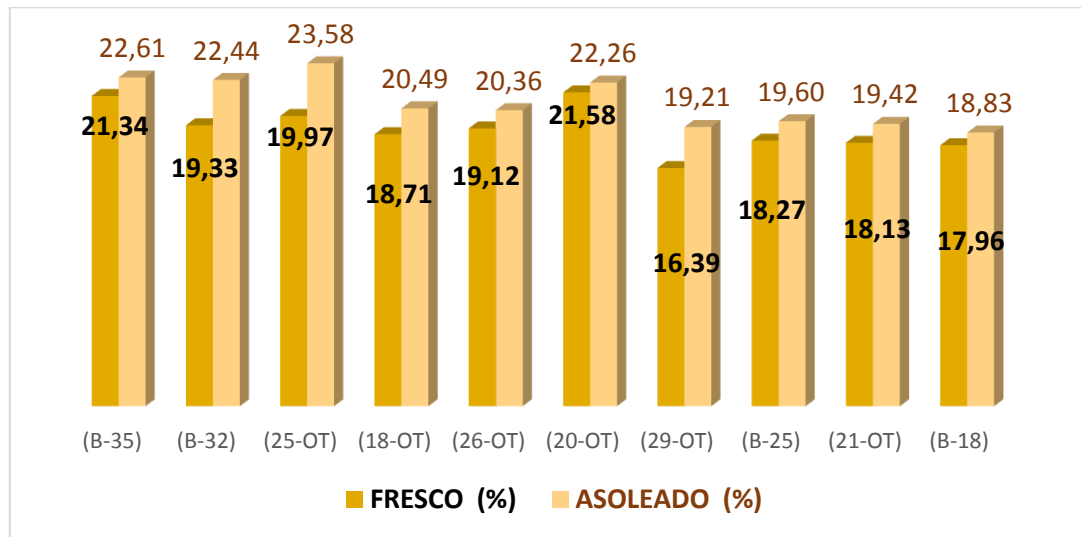
Figura 15. Comparación de humedad (%)



Como podemos observar en la figura 15, de manera general la humedad de las ocas frescas son mayor que las asoleadas, además presenta una variación de humedad cada clon, lo cual coincide con la investigación que realizo Soto (2000).

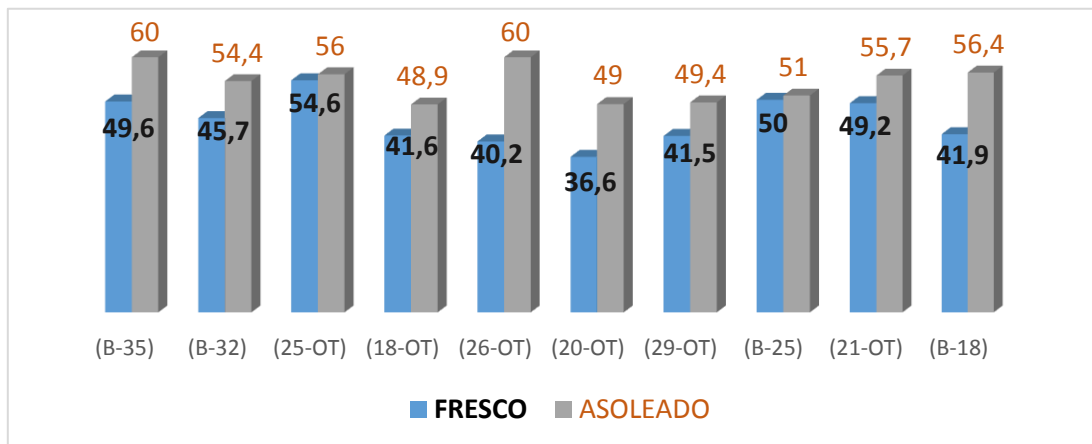
Se podría decir que la humedad de los tubérculos frescos son mayores porque contiene el agua enlazada que son moléculas de agua unidas en forma química por puentes de hidrogeno y agua libre que se pierde con facilidad por evaporación, en el caso de los tubérculos asoleados presenta menor porcentaje de humedad por que sea perdido el agua libre por evaporación durante el proceso de maduración o asoleado.

Figura 16. Comparación de materia seca en (%)



Según la figura 16, podemos observar que los clones frescos de oca tienen menor contenido de materia seca, pero cuando estos son sometidos al proceso de maduración aumentan el contenido de materia seca en el mismo porcentaje de disminución de humedad, el porcentaje de aumento se dio en rango de 0,87% a 3,61%, datos obtenidos de los clones (25-OT y B-18).

Por lo tanto se puede concluir que el contenido de materia seca aumenta en el tiempo de maduración por la pérdida de humedad y la transformación química que sufre el almidón en diferentes compuestos (minerales, vitaminas azúcares etc.), la concentración de la misma varían según el Clon.

Figura 17. Comparación del tiempo (min) en la determinación de humedad

Observando la figura 17, podemos concluir que la pérdida de humedad en las ocas frescas tardó menos tiempo que las asoleadas, por ejemplo el clon con mayor tiempo es 25-OT con 54,6 min., y con menor tiempo fue del clon 20-OT con 36,6 min. En las ocas asoleadas los clones que tardaron más son B-35 y 26-OT con 60 min., con menor tiempo fue el clon 18-OT con 48,9 min., aproximadamente.

Esto se debe por el tiempo de exposición de los tubérculos al sol, debido a la eliminación del agua y a la transformación del almidón en compuestos como azúcares, minerales, vitaminas etc. Especialmente los azúcares se empiezan a cristalizarse durante la pérdida de humedad por evaporación es por esa razón que tardo más de tiempo en la determinación de humedad en las ocas asoleadas.

5.3. Determinación de las características cualitativas de las ocas frescas y asoleadas

La alta variabilidad encontrada en el color de los tubérculos sugiere una variación continua, ya que el color varía desde el blanco hasta el negro, pasando por distintas tonalidades de amarillo, rosado y rojo (Huamán *et al.*, 1995 citado por Rosero, 2010).

El color de la pulpa varía continuamente pero menor que el color de la piel, también se han observado ocas de pulpa blanca marfileña, amarilla y púrpura-morado en diversas tonalidades. Una gran cantidad de formas presenta el anillo vascular del tubérculo pigmentado con la misma coloración de la piel, seguido en intensidad de color por la médula (Huamán *et al.*, 1995 citado por Rosero, 2010).

En el transcurso del endulzado las ocas sufren un cambio en su apariencia física, presentando arugas en la piel externa del tubérculo, en textura adquiriendo un color amarillo oscuro (Cajamarca, 2010).











En el cuadro 13, se puede observar los resultados de la caracterización cualitativa de los tubérculos de oca fresca. Donde se observa que las ocas frescas, presentan colores oscuros y claros determinados en la piel, en la pulpa. También se observa claramente la distribución de los colores primarios y secundarios.

Podemos ver a simple vista a continuación en el cuadro 14, los cambios de apariencia física (en la piel y en la pulpa) donde presentan colores claros determinados en la piel y oscuro en la pulpa que se produjeron en el proceso del asoleado en los diez clones de oca.

Cuadro 13. Determinación de caracteres en los diez clones de ocas frescas

CLON		COLOR DE LA PIEL		COLOR DE LA PULPA			FOTOGRAFIA
N	Código	Primario	Secundario	Primario	Secundario	Distribución	
1	B-35	Rojo	Rojo pálido	Blanco amarillento	Rojo pálido	Anillo vascular	
2	B-32	Blanco	Purpura rojizo	Blanco	Blanco amarillento	Corteza	
3	25-OT	Blanco	Rojo claro	Blanco amarillento claro	Blanco	Medula	
4	18-OT	Blanco amarillento	Purpura grisáceo	Blanco amarillento claro	Purpura grisáceo	Anillo vascular	
5	26-OT	Amarillo claro	Ausente	Blanco amarillento	Blanco	Medula	
6	20-OT	Rojo	Rojo naranja	Blanco amarillento	Rojo claro	Anillo vascular	
7	29-OT	Blanco	Rojo claro	Blanco amarillento	Rojo claro	Corteza	
8	B-25	Amarillo	Ausente	Amarillo	Blanco amarillento	Medula	
9	21-OT	Amarillo	Ausente	Amarillo claro	Blanco amarillento	Medula	
10	B-18	Rojo grisáceo	Blanco	Blanco amarillento	Rojo claro	Medula	

Cuadro 14. Determinacion de caracteres en los diez clones de ocas asoleadas



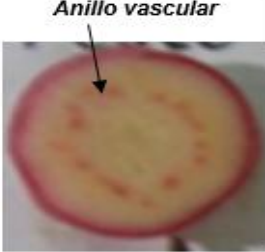
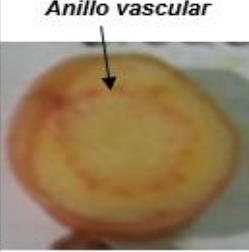
CLON		COLOR DE LA PIEL		COLOR DE LA PULPA			FOTOGRAFIA
N	Código	Primario	Secundario	Primario	Secundario	Distribución	
1	B-35	Rojo naranja	Rojo palido	Amarillento claro	Rojo claro	Anillo vascular	
2	B-32	Blanco amarillento	Purpura rojizo oscuro	Amarillo claro	Blanco amarillento	Medula y Corteza	
3	25-OT	Blanco amarillento	Rojo palido	Amarillo claro	Blanco amarillento	Medula	
4	18-OT	Blanco amarillento	Purpura grisáceo	Amarillo claro	Purpura grisáceo claro	Anillo vascular	
5	26-OT	Amarillo	Ausente	Amarillo claro	Blanco	Medula	
6	20-OT	Rojo naranja	Ausente	Amarillo	Rojo Naranja	Anillo vascular	
7	29-OT	Blanco amarillento	Rojo palido	Blanco amarillento	Blanco	Medula	
8	B-25	Amarillo	Blanco amarillento	Amarillo	Blanco amarillento	Medula	
9	21-OT	Naranja amarillento	Ausente	Amarillo	Naranja amarillento	Anillo vascular	
10	B-18	Grisáceo claro	Blanco amarillento	Blanco	Rojo palido claro	Medula	

5.3.1. Comparación de caracteres físicos (piel, pulpa) en los diez clones de oca fresca y asoleada.

Para la evaluación se distribuyó en dos grupos para una mejor comprensión los cuales son:



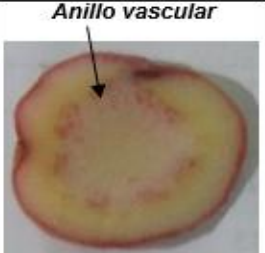
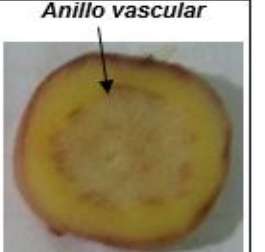
A) Clones de colores intensos N: 1, 6, 8, 9, 10.

Cuadro 15. Diferencia de caracteres físicos del clon **B-35**

PIEL		PULPA	
Fresco	Asoleado	Fresco	Asoleado
		 Anillo vascular	 Anillo vascular

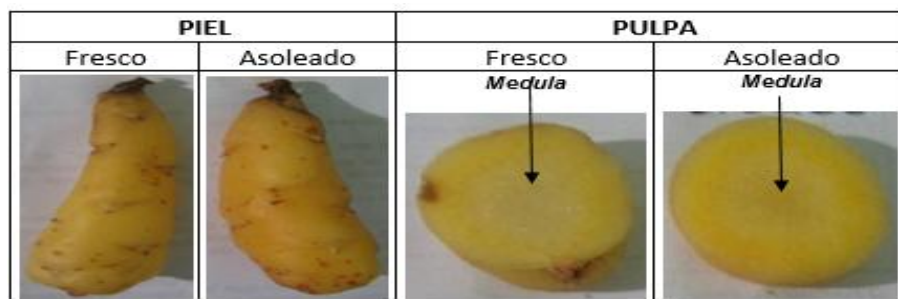
- El clon B-35 de piel rojo pasa a rojo naranja claro con ojos rojo claro, la pulpa de blanco amarillento a amarillo claro, el anillo vascular de rojo pálido a rojo claro.

Cuadro 16. Diferencias de caracteres físicos del clon **20-OT**

PIEL		PULPA	
Fresco	Asoleado	Fresco	Asoleado
		 Anillo vascular	 Anillo vascular

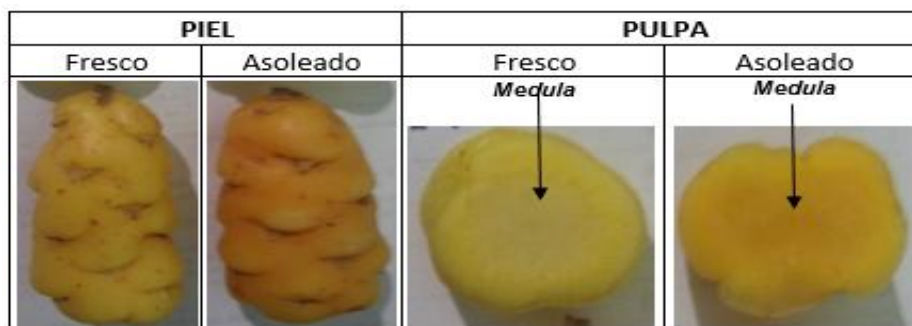
- El clon 20-OT de piel rojo pasa a rojo naranja combinado con rojo claro, la pulpa de blanco amarillento a amarillo, el anillo vascular de rojo claro a rojo naranja.

Cuadro 17. Diferencias de caracteres físicos del clon **B-25**



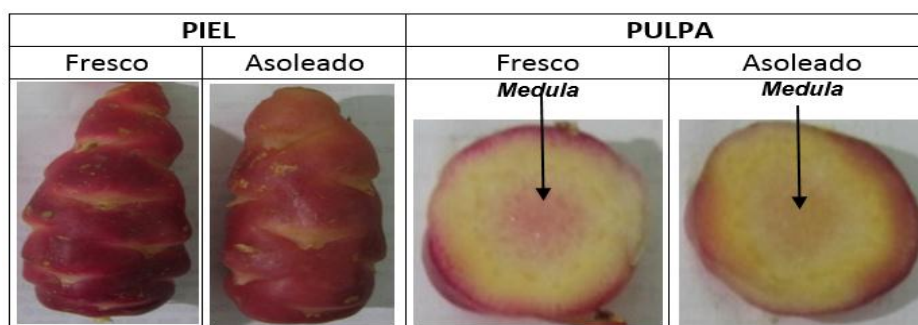
- El clon B-25 de piel amarillo claro pasa a amarillo, la pulpa de amarillo claro a amarillo, con medula blanco amarillento a blanco crema.

Cuadro 18. Diferencias de caracteres físicos del clon **21-OT**



- El clon 21-OT de piel amarillo pasa a naranja amarillento, la pulpa de amarillo claro a amarillo, con medula blanco amarillento a naranja amarillento.

Cuadro 19. Diferencias de caracteres físicos del clon **B-18**



- El clon B-18 de piel rojo grisáceo pasa a grisáceo claro combinado con blanco amarillento, la pulpa de blanco amarillento a amarillo claro, con medula rojo claro a rojo pálido claro.



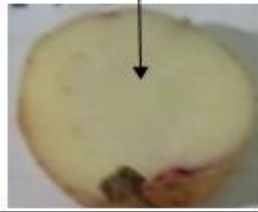

B) Clones de colores claros son N: 2, 3, 4, 5, 7.

Cuadro 20. Diferencias de caracteres físicos del clon **B-32**

PIEL		PULPA	
Fresco	Asoleado	Fresco	Asoleado
		<p><i>Corteza</i></p> 	<p><i>Corteza Medula</i></p> 

- El clon B-32 de piel blanco con ojos purpura rojizo pasa a blanco amarillento con ojos purpura rojizo oscuro, la pulpa de blanco a amarillo claro, con corteza blanco amarillento a amarillo claro corteza y medula.

Cuadro 21. Diferencias de caracteres físicos del clon **25-OT**

PIEL		PULPA	
Fresco	Asoleado	Fresco	Asoleado
		<p><i>Medula</i></p> 	<p><i>Medula</i></p> 

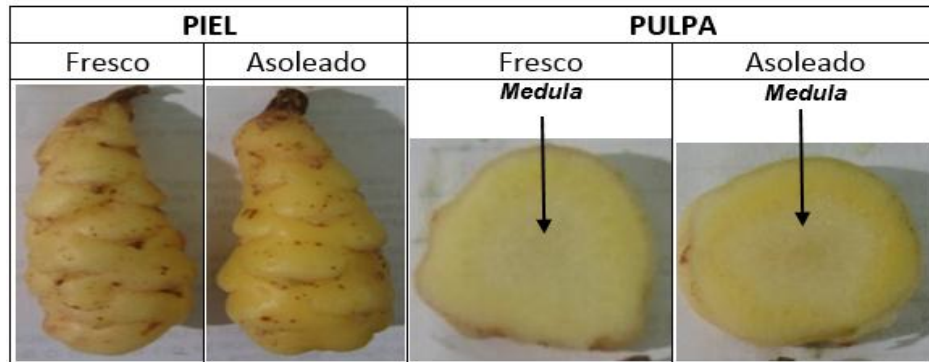
- El clon 25-OT de piel blanco combinado con rojo claro pasa a blanco amarillento combinado con rojo pálido o rosado sobre el tubérculo, la pulpa de blanco crema claro a marrillo claro, con medula blanco a blanco amarillento.

Cuadro 22. Diferencias de caracteres físicos del clon **18-OT**

PIEL		PULPA	
Fresco	Asoleado	Fresco	Asoleado
		<p><i>Anillo vascular</i></p> 	<p><i>Anillo vascular</i></p> 

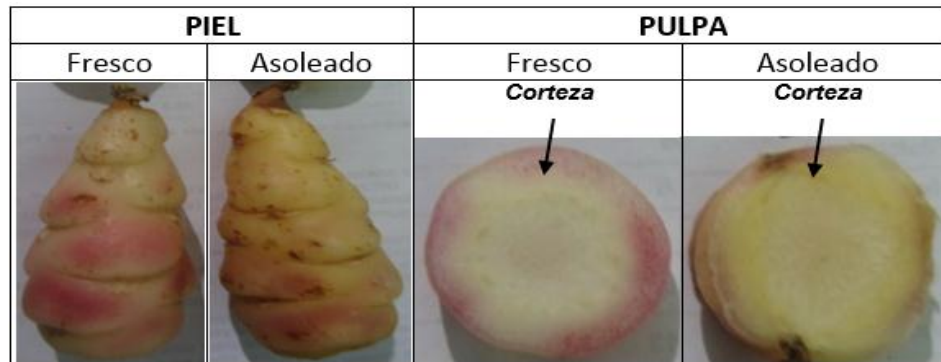
- El clon 18-OT de piel blanco amarillento con ojos purpura grisáceo pasa a amarillo claro con ojos purpura grisáceo oscuro, la pulpa de blanco amarillento claro a amarillo claro, el anillo vascular purpura grisáceo claro a blanco amarillento purpura grisáceo pálido.

Cuadro 23. Diferencias de caracteres físicos del clon 26-OT



- El clon 26-OT de piel blanco amarillento pasa a amarillo claro, la pulpa de blanco amarillento a amarillo claro, con medula blanco el cual se mantiene.

Cuadro 24. Diferencias de caracteres físicos del clon 29-OT



- El clon 29-OT de piel blanco combinado con rojo claro pasa a blanco amarillento combinado con rojo pálido sobre el tubérculo, la pulpa de blanco amarillento claro a blanco amarillento, la corteza rojo claro a corteza amarillo claro.

Se podría afirmar que los clones de colores oscuros (purpura grisáceo, rojo, etc.) cambian con el proceso de maduración o asoleado a colores claros (purpura grisáceo claro, rojo naranja, rojo claro, etc.) tanto en la piel y en la pulpa.

Los clones de colores claros (amarillo, blanco, etc.) aumentan su color en el transcurso del tiempo de asoleado a colores oscuros (amarillo naranja, blanco amarillento, etc.) según a su tonalidad inicial de cada uno tanto en la piel como en la pulpa.

5.4. Determinación de azúcares

Por el Método de FEHLING en base a muestra seca se determinó los azúcares totales en oca fresca del 14,10% (donde 4,70% corresponde a azúcares reductores y 9,40% son no reductores) y en las oca endulzada durante 12 días fue 36,40% (donde 21,10% corresponde a azúcares reductores y 15,60% son no reductores). Los azúcares totales en oca fresca deshidratada es el 59,10% y en la endulzada de 61,80% a una temperatura de 80°C, debido a que los azúcares son solubles en agua, mientras progresa la desecación estos son arrastrados hacia el exterior del alimento concentrándose y terminan por cristalizarse (Cajamarca, 2010).

5.4.1. Estándares para la determinación de azúcar

Para determinar el contenido de azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa se obtuvo primero los resultados de los estándares con cinco concentraciones, para los cálculos de concentración de azúcar en g/L, como se muestra en las siguientes tablas y curvas.

Tabla 4. Resultado obtenidos de sacarosa en g/L.

N	CONCENTRACIÓN (g/L)	ÁREA
1	10,0000	2189363
2	7,5000	1635615
3	5,0000	1095454
4	2,5000	544917
5	0,5000	109090

Figura 18. Curva de área vs concentración g/L

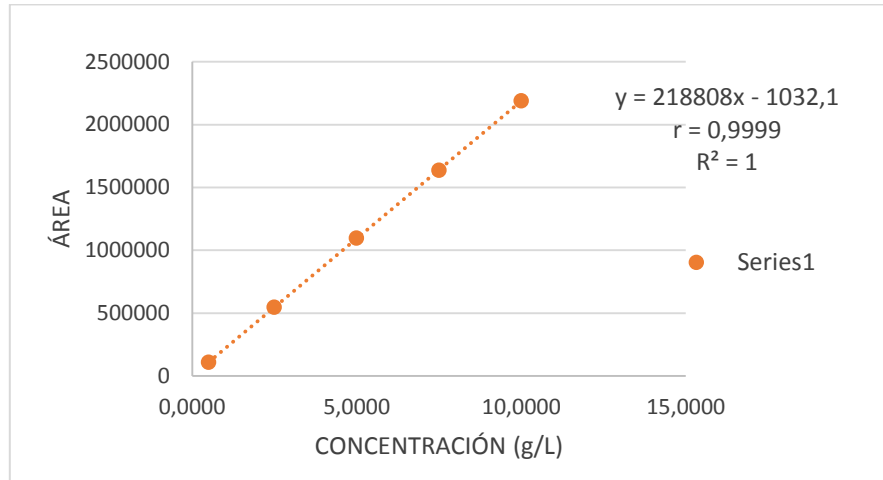


Tabla 5. Resultado obtenidos de glucosa en g/L.

N	CONCENTRACIÓN (g/L)	ÁREA
1	10,0000	3491962
2	7,5000	2609120
3	5,0000	1749651
4	2,5000	875349
5	0,5000	174992

Figura 19. Curva de área vs concentración g/L

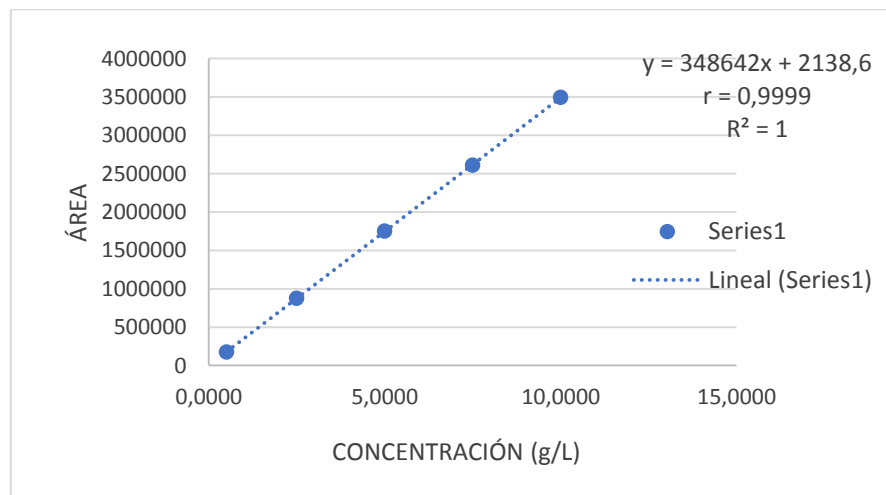
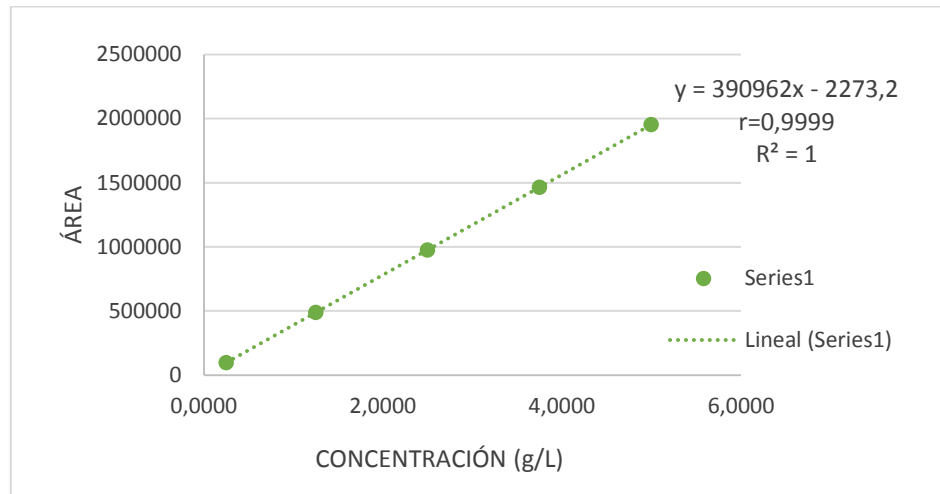


Tabla 6. Resultado obtenidos de fructosa en g/L.

N	CONCENTRACIÓN (g/L)	ÁREA
1	5,0000	1952768
2	3,7500	1463809
3	2,5000	974745
4	1,2500	486271
5	0,2500	95801

Figura 20. Curva de área vs concentración g/L



5.4.2. Contenido de azúcar en Ocas frescas y asoleadas

Los azúcares reductores más representativos en los tubérculos de oca están la glucosa, fructosa y en los azúcares no reductores tenemos a la sacarosa (Palate, 2013).

5.4.2.1. Contenido de azúcar en Ocas frescas

En el cuadro 25, se puede observar los resultados de los diez clones de oca, obtenidos por medio de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), en las ocas frescas

(cosechadas sin exponer al sol), en base seca los azúcares que se determinaron son sacarosa, glucosa, fructosa.

Cuadro 25. Contenido de azúcares en Ocas frescas

AZUCARES		SACAROSA		GLUCOSA		FRUCTOSA		TOTAL AZÚCAR (%)
N	CLONES	Concentración		Concentración		Concentración		
		g/g	100 %	g/g	100 %	g/g	100 %	
1	(B-35)	0,138	13,751	0,029	2,884	0,027	2,741	19,376
2	(B-32)	0,149	14,854	0,030	2,952	0,025	2,460	20,267
3	(25-OT)	0,134	13,381	0,030	3,015	0,030	3,012	19,408
4	(18-OT)	0,138	13,807	0,030	3,045	0,030	3,021	19,873
5	(26-OT)	0,134	13,436	0,027	2,664	0,030	2,959	19,058
6	(20-OT)	0,103	10,318	0,021	2,072	0,021	2,122	14,512
7	(29-OT)	0,134	13,351	0,032	3,233	0,034	3,431	20,016
8	(B-25)	0,166	16,566	0,032	3,165	0,028	2,819	22,550
9	(21-OT)	0,151	15,136	0,035	3,485	0,037	3,689	22,311
10	(B-18)	0,168	16,751	0,045	4,450	0,045	4,498	25,700

Según los resultados obtenidos en el cuadro 25, de los diez clones de oca fresca podemos observar que las concentraciones de azúcares totales son muy variables, donde el clon B-18 tiene una concentración muy alta con un valor del 25,70% y el clon 20-OT tuvo una baja concentración de 14,51%. Lo cual nos indica que las concentraciones iniciales de azúcar varían según a la naturaleza del clon.

Según los datos obtenidos se puede decir que las ocas recién cosechadas (sin asolear) tienen los tres azúcares importantes como la sacarosa, glucosa y fructosa en una concentración total del 20,3 % aproximadamente.

5.4.2.2. Contenido de azúcar en Ocas asoleadas

En el cuadro 26, se puede observar los resultados de los diez clones de oca asoleada (expuesta al sol por cuatro semanas por el método tradicional), obtenidos por medio de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), los azúcares que se determinaron son sacarosa, glucosa, fructosa (en base seca), que son azúcares más representativos en los tubérculos de oca.

Cuadro 26. Contenido de azúcares en Ocas asoleadas

AZUCARES		SACAROSA		GLUCOSA		FRUCTOSA		TOTAL AZUCAR (%)
N	CLONES	Concentración		Concentración		Concentración		
		g/g	100 %	g/g	100 %	g/g	100 %	
1	(B-35)	0,241	24,074	0,065	6,485	0,059	5,879	36,437
2	(B-32)	0,260	25,981	0,072	7,219	0,064	6,403	39,603
3	(25-OT)	0,263	26,304	0,064	6,398	0,050	4,963	37,665
4	(18-OT)	0,192	19,244	0,061	6,073	0,055	5,486	30,803
5	(26-OT)	0,282	28,165	0,074	7,421	0,063	6,308	41,895
6	(20-OT)	0,236	23,603	0,064	6,378	0,048	4,827	34,808
7	(29-OT)	0,272	27,237	0,073	7,302	0,056	5,553	40,092
8	(B-25)	0,262	26,233	0,079	7,930	0,064	6,450	40,612
9	(21-OT)	0,312	31,166	0,103	10,300	0,093	9,316	50,783
10	(B-18)	0,276	27,559	0,081	8,104	0,072	7,181	42,843

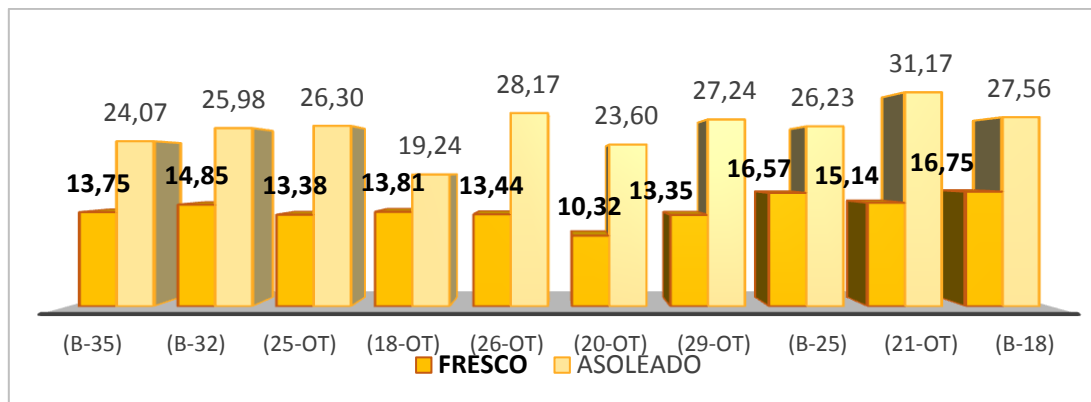
Según los resultados obtenidos en el cuadro 26, de los diez clones de oca asoleados podemos observar que las concentraciones de azúcares totales son variables, donde el clon 21-OT tiene una conservación muy alta con un valor del 50,78% y el clon 18-OT tuvo una baja concentración de 30,80%. Esto nos confirma que el contenido de azúcar aumenta según el tiempo de exposición al sol.

Observando los datos obtenidos se puede decir que los azúcares como la sacarosa, glucosa y fructosa, llegando a incrementar una concentración del 19,55% de azúcar total aproximadamente en el proceso del asoleado por la transformación del almidón en azúcares.

5.4.3 Diferencias entre Oca fresca y asoleado en contenido de azúcares

En las siguientes figuras a continuación se mostraran las diferencias que existen en el contenido de azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa) en porcentajes, comparando las ocas frescas (cosechadas sin exponer al sol) con las ocas asoleadas (expuestas al sol por cuatro semanas).

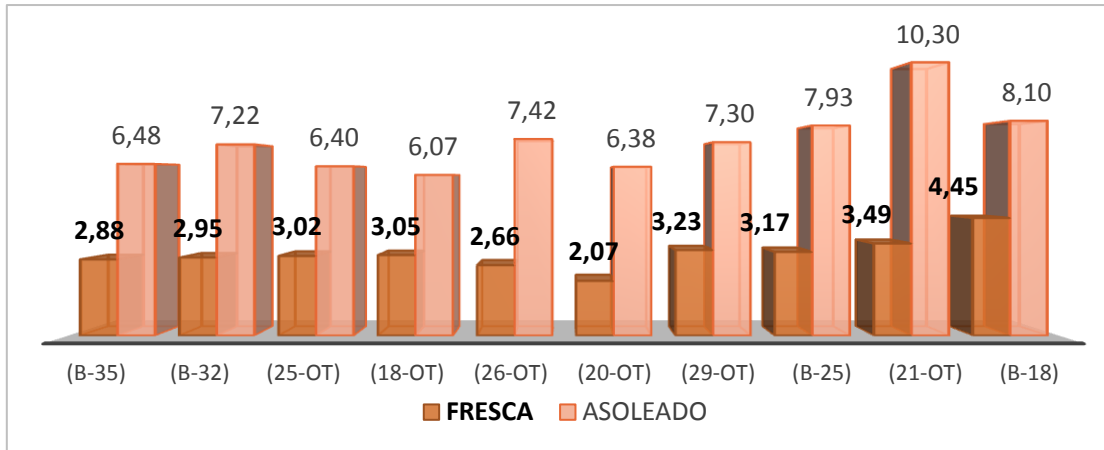
Figura 21. Comparación del contenido de sacarosa (%)



Se puede observar en la figura 21, que la concentración inicial de la sacarosa es menor en las ocas frescas, luego del asoleado esta empieza a aumentar de forma variable según a la naturaleza del clon.

Como ejemplo podemos mencionar el clon 20-OT con una baja concentración del 10,32% de sacarosa y con alta concentración el clon B-18 de 16,75% en ocas frescas. Luego del proceso del asoleado tenemos al clon 18-OT con una baja concentración de 19,24% donde solo aumento un 5,43% de sacarosa y el clon con mayor concentración fue 21-OT con 31,17% aumentando el 16,03% de sacarosa.

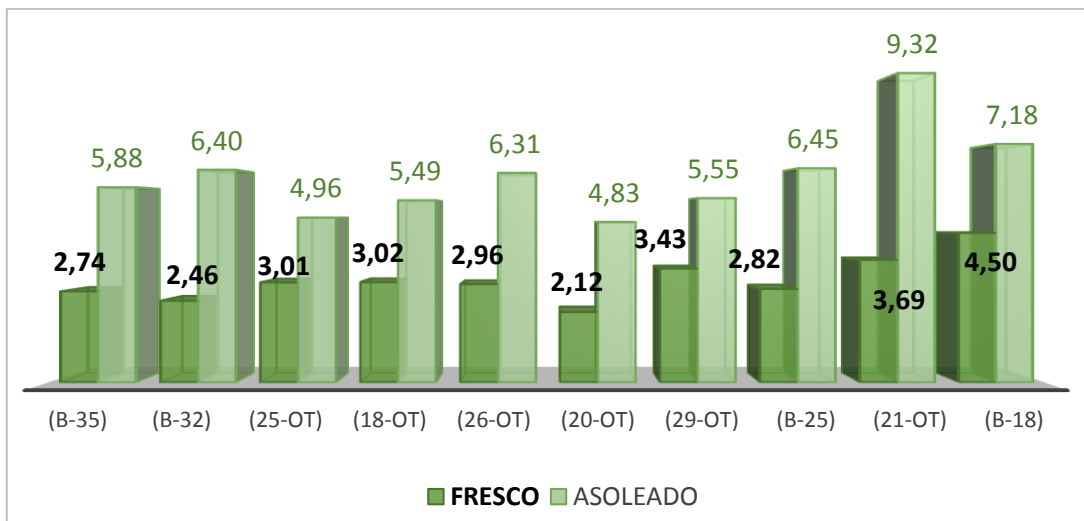
Figura 22. Comparación del contenido de glucosa (%)



En la figura 22, se puede ver que la concentración de glucosa es menor en ocas frescas a comparación de las ocas asoleadas, como ejemplo podemos mencionar al clon 20-OT con 2,07% el más bajo y el más alto el clon B-18 con 4,45% de glucosa en ocas frescas.

Después del asoleado tenemos a los clones 18-OT con 6,07% el más bajo aumentando solo 3,02% y el más alto es 21-OT con 10,30 % de glucosa aumentando 6,81%.

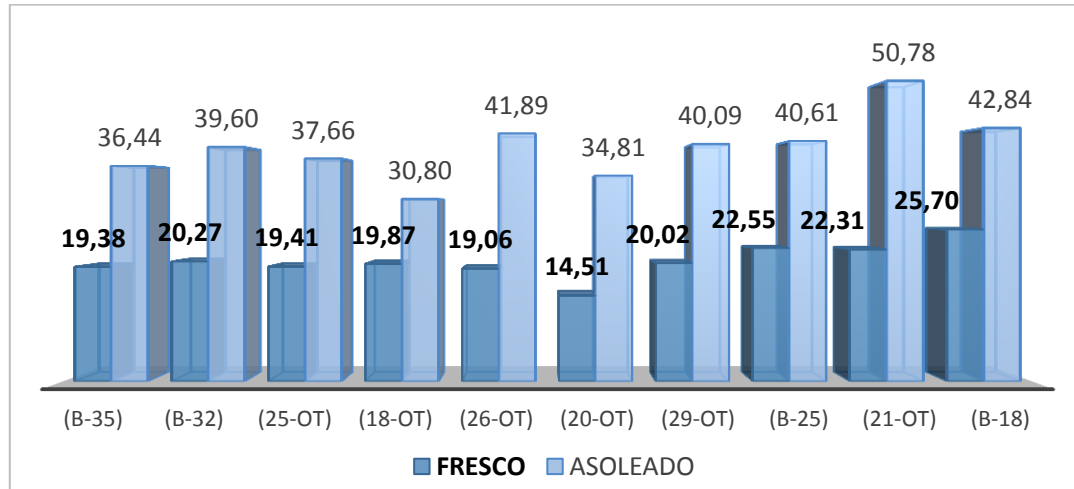
Figura 23. Comparación del contenido de fructosa (g)



En la figura 23, podemos observar que la concentración de fructosa es menor en ocas frescas a comparación de las ocas asoleadas, como ejemplo podemos mencionar al clon 20-OT que tiene 2,12% de fructosa el más bajo a comparación del clon B-18 con 4,50%. Luego del asoleado tenemos al mismo clon 20-OT con 4,83% donde solo

incremento el 2,71% siendo el más bajo a comparación del clon 21-OT con 9,32% teniendo un incremento del 5,63% de fructosa.

Figura 24. Comparación del contenido de azúcares totales (g)



Observando la figura 24, podemos deducir que contenido de azúcares en ocas frescas son muy variables, siendo estas menores a comparación de las asoleadas, debido al tiempo de asoleado estas aumentan según a su naturaleza y composición de cada clon. Donde podemos mencionar al clon 18-OT que tuvo menor incremento de azúcar en porcentaje del 10,93% y el clon que tuvo mayor incremento fue 21-OT con el 28,47%, haciendo una diferencia del porcentaje total con el porcentaje inicial de azúcares.

Como hemos podido evidenciar que la concentración total de azúcar es muy variable en los 10 clones, tanto en fresco y en asoleado esto se debe al grado de madurez que ha llegado a tener cada clon antes de la cosecha y a los cambios químicos que se han producido en el tubérculo durante el asoleado.

Con el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) se obtuvo una concentración de 14,5% a 25,7% de azúcares totales en ocas frescas y en las ocas asoleadas del 30,8% a 50,78%, en los diez clones de oca que son mayores a lo que obtuvo, Cajamarca, (2010) por el método FEHLING del 14,10% en oca fresca y en oca

asoleado el 36,40% en azúcares totales y mayor a lo que obtuvo Torres y Torrico, (2004) los cuales determinaron los azúcares por bioanálisis enzimático donde la variedad con menor concentración fue Yurac con 9,24% y con mayor concentración fue Kellu kasuma con el 16,72% de azúcar total en oca fresca en base seca.

5.5 Evaluación sensorial

A pesar de estas dificultades se ha podido determinar la dulzura relativa elaborada a partir de un gran número de pruebas de degustación de azúcares y otras sustancias, cuya concentración se ajusta hasta homologar o igualar su dulzura o utilizando otro procedimiento, el cual consiste en disminuir la concentración de la sustancia hasta el límite en el cual se puede detectar su sabor. Donde la sacarosa tiene 1, glucosa con 0,74 y la fructosa con el 1,73 de dulzor siendo el más alto de los azúcares mencionados (Contreras, 2006).

Para la evaluación sensorial se utilizó el sentido del gusto, donde se evaluaron tres parámetros la cocción, textura y dulzor como se muestra en el cuadro 27, a continuación.

Cuadro 27. Resultados de la evaluación sensorial en 10 clones de oca asoleada hervidas o cosidas

CLON		PESO		PARAMETROS		
N	Código	Crudo (g)	Hervido (g)	Cocción	Textura	Dulzor
1	(B-35)	22,10	21,6	Regular	Áspero	Dulce
2	(B-32)	25,6	25,3	Muy bueno	Cre moso	Dulce
3	(25-OT)	36,3	35,1	Bueno	Harinoso	Dulce
4	(18-OT)	31,9	30,9	Muy bueno	Harinoso	Poco dulce
5	(26-OT)	30,7	29,9	Regular	Cre moso	Dulce
6	(20-OT)	30,2	29,6	Muy bueno	Cre moso	Dulce

7	(29-OT)	36,1	35,2	Bueno	Cremoso	Dulce
8	(B-25)	23,5	23,2	Bueno	Cremoso	Dulce
9	(21-OT)	51,4	50,8	Regular	Áspero	Dulce
10	(B-18)	34,05	33,7	Regular	Áspero	Dulce

Observando el cuadro 27, podemos deducir que al momento de la cocción tiene una pérdida mínima en peso (1 a 0,65 g), en cuanto a los tres parámetros evaluados podemos mencionar a los clones que tuvo mayor aceptación que son: B-32, 20-OT y el clon menos aceptado fue 18-OT por ser poco dulce. El cual puede ser usado para la elaboración de harina.

En cuanto a la pérdida de peso fue menor, esto podría ser porque cada clon estaba sellado en bolsas plásticas impidiendo la evaporación del agua que ha sido liberado por los tubérculos y que esta agua ha sido absorbida por el tubérculo hervido al momento de enfriar. En cuanto a la evaluación sensorial si podemos determinar la cocción, textura y dulzor pero no podemos diferenciar los tipos de azúcares al momento de evaluar un alimento

6. CONCLUSIONES

Una vez de concluir el trabajo de investigación y finalizado la obtención de resultados en los diez clones de oca (*Oxalis tuberosa* Molina), se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Con respecto a la humedad y materia seca, las ocas frescas tienen mayor porcentaje de humedad y menor concentración de materia seca y las ocas asoleadas tienen menor porcentaje de humedad y mayor concentración de materia seca. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que indica que la humedad y materia seca de los tubérculos frescos y asoleados de los diez clones de oca son similares.

2. En la evaluación de la pérdida de peso después del asoleado se ha llegado a la conclusión:
 - a) Con respecto a 5 días de evaluación las ocas asoleadas a una distancia de 50 cm. pierden más peso en comparación de las que están a 2,50 m de distancia.

 - b) Con respecto a los 10 días de evaluación los clones de oca dependen de su naturaleza física, del lugar y del tiempo de exposición al sol.

 - c) Con respecto a los 15 días de evaluación se observó la pérdida de peso en los dos ensayos es muy variable, por la textura, el tiempo de asoleado y la cantidad de agua libre que existe en cada tubérculo.

- d) Con respecto a los 20 días de evaluación los clones pierden menos por la por la baja concentración de agua libre.

- e) Con respecto a los 4 semanas de evaluación podría afirmar que si influye el lugar de la investigación, porque el primer ensayo perdió más peso que el segundo ensayo.

Se ha comprobado que las pérdidas de peso en las cinco variables para los diez clones son diferentes, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que indica que no existe pérdida de peso en los diez clones de oca después del asoleado.

- 3. En la evaluación de las características físicas con respecto al color, las ocas frescas de colores oscuros cambian a colores claros y los clones de colores claros a colores oscuros, según a su tonalidad inicial de cada uno, tanto en la piel como en la pulpa. Además presentan cambios en la textura, volviéndose arrugados y suaves. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que indica que no existen diferencias en el color de la piel, de la pulpa antes y después del asoleado

- 4. En la evaluación de los azúcares (sacarosa, glucosa y fructosa), las ocas frescas presentan una concentración inicial del 20,3 % y en las ocas asoleadas los azúcares llegan a incrementar el 19,55% aproximadamente. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que indica que el contenido de azúcares antes y después del asoleado es similar.

- 5. En la evaluación de los tubérculos hervidos, la pérdida de peso es menor y diferente. En la evaluación sensorial existe diferencias en la cocción, textura y dulzor, además no podemos diferenciar los tipos de azúcares al momento de evaluar un alimento. Por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que indica que las características cuantitativas y cualitativas en los tubérculos hervidos de los diez clones de oca son similares.

7. RECOMENDACIONES

1. Es importante tomar todas las medidas de asepsia posibles antes y durante la extracción de azúcar, la limpieza del área de trabajo, los materiales de laboratorio y equipos con desinfectantes, para evitar contaminación y proliferación de microorganismos en las muestras extraídas.
2. Antes de realizar las lecturas de los azúcares se recomienda revisar el mantenimiento y funcionamiento de los equipos, para evitar errores en las lecturas y pérdida de muestras.
3. Se recomienda tener métodos experimentales de apoyo adaptados a la capacidad de los laboratorios.
4. Se recomienda realizar más estudios sobre la concentración de azúcares, la cantidad de almidón que se convierte en azúcar y los cambios químicos que ocurre en el cambio de color de la piel en ocas asoleadas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arbizu, C; Robles, E. 1986. La colección de los cultivos de raíces y tubérculos andinos de la Universidad de Huamanga. Anales, V Congreso Internacional de Sistemas Agropecuarios Andinos, Puno, Perú. s. p.
- Auza, J. 2003 Curvas de crecimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y Avena (*Avena sativa*) en condiciones diferenciadas de alimentación hídrica y nutrición nitrogenada en la estación experimental de Choquenaira. Tesis de grado. La Paz Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 80 p.
- Barrera, V; Tapia, C; Monteros A. (eds.). 2004. Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador, Lima, Perú. 176 p.
- Brito, B; Espín, S; Villacrés, E; Merino, F; Soto, S. Julio, 2003. Obtención de oca endulzada con apariencia de tubérculo fresco. El endulzamiento de la oca (*Oxalis tuberosa*) una alternativa para la agroindustria rural en el Ecuador. Quito, Ecuador.13 p.
- Cadima, X. 2006. Tubérculos. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Editores: Moraes, M; Øllgaard, B; Kvist, L; Borchsenius, F; Balslev, H. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Cochabamba, Bolivia. 347: 369 p.

- Caiza, C. 2010. Elaboración y Valoración Nutricional de tres Productos Alternativos a base de oca (*Oxalis tuberosa*) para escolares del proyecto Runa kawsay. Tesis de grado en Ingeniería Químico Farmacia, Escuela Politécnica Chimborazo. 140: 160 p.
- Calzada, J.1982. Métodos estadísticos para la investigación. 5^{ta} ed. Ed. Milagros. Lima, Perú. s. p.
- Cárdenas, M. 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. 2^o ed.: Los Amigos del libro. La Paz, Bolivia. 333 p.
- Carrera, J. 2013. Elaboración, caracterización y propuesta de la compota de oca (*oxalis tuberosa*), como alternativa complementaria en la alimentación de adultos mayores. Tesis de grado en ingeniería química. Facultad de ingeniería química. Guayaquil, Ecuador. 69 p.
- Cajamarca, E. 2010. “Evaluación nutricional de la Oca (*Oxalis tuberosa*) fresca; Endulzada y Deshidratada en secador de Bandejas”. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Químico Farmacia, Escuela Politécnica Chimborazo.106:162 p.
- Contreras, R. 2006. Algo más sobre los Alimentos: Una Visión desde la Química. Escuela Venezolana de Enseñanza de la Química. Mérida 5101. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 16-113 p.
- Espinoza, F. 2012. Metabolismo de Carbohidratos. Bioquímica. (4): 24.
- Espín, S; Villacrés, E; Brito, B. 2004. Caracterización físico-química nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. (Capítulo 4). pp. 71-116 En: V. Barrera, C. Tapia & A. Monteros (eds.). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la Conservación y Uso Sostenible en el Ecuador. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos. Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, COSUDE, Quito, Lima. 101-115 p.

- García, W; Cadima, X. (eds.). 2003. Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tubérculos andinos: Síntesis de investigaciones y experiencias en Bolivia. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinas: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). 1. Fundación para la Promoción y la Investigación de Productos Andinos (PROINPA), Alcaldía de Colomi, Centro Internacional de la Papa (CIP) Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Cochabamba, Bolivia. 208 p.
- García, G; Quintero R; López, M. (2005) Biotecnología Alimentaria. s. p.
- Garzón, G; Wrolstad, R. 2002. Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. J Food Sci. 67(4): 1288-1299.
- Gonzales, S; Terrazas, F; Almanza, J; Condori, P. 2003. Producción de oca (*Oxalis tuberosa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*) e isaño (*Tropaeolum tuberosum*): importancia, zonas productoras, manejo y limitantes. RRGG (recursos genéticos). Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 36-46 p.
- INIA (Instituto nacional de investigación agraria). Julio 2007. Conservación in situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres. Los Cultivos Nativos en las Comunidades del Perú. (95): 4-66.
- IPGRI/CIP. 2001. Descriptores de Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.). Instituto Internacional de Recursos. Filogenéticos, Roma, Italia; Centro Internacional de la Papa, Lima Perú. 30-52 p.
- Jiménez, M; Sammán, N. 2014. Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. (64): 136-138.
- Lucero, O. 2005. "Técnicas de laboratorio de Bromatología y Análisis de Alimentos". Riobamba, Ecuador. 74 p.
- Montes, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz, Bolivia. 415 p.

- Navas, G; Culqui, D. s. f. 2008. Materia prima. Tecnología para la obtención de una bebida de moderación a partir de la oca (*Oxalis tuberosa*) tratada enzimáticamente con la inclusión de mandarina (*Citrus reticulata*). 6 p.
- Palate, J. 2013. Estudio del efecto de la temperatura y el tiempo en las características físico-químicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración. Tesis de grado en Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 142 p.
- Rosero, M. 2010. Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de oca (*Oxalis tuberosa* Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño. Tesis de grado. Mariño, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 83 p.
- Surco, F. 2004. Caracterización de almidones aislados de tubérculos andinos: mashua (*Tropaeolum tuerosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*) para su aplicación tecnológica. Tesis de grado Magíster en ciencias de los alimentos. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 16-51 p.
- Soto, L. 2000. "Selección y Optimización de un Método de Secado para Aumentar la Concentración de Azúcares en la oca (*Oxalis tuberosa*)" Tesis Doctor Química. Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencia Químicas - ESPOCH. Riobamba. 122-130 p.
- Sluiter, A; Hames, B; Ruiz, R.; Scarlata, C; Sluiter, J; Templeton, D. Agosto 2008. Determination of Sugars, Byproducts, and Degradation Products in Liquid Fraction Process Samples. Laboratory Analytical Procedure (LAP). 14 p.
- Tapia, M. 1990. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Primera edición. FAO. Oficina Regional para América latina y el Caribe Santiago, Chile. 205 p.
- Tapia, M. y Fries A. (2007). Origen de las plantas cultivadas en los Andes Guía de Campo de los Cultivos Andinos. Lima, FAO/ANPE: 1-8 p.

- Tambo, F. 2015. Evaluación del efecto de abonos orgánicos en variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el centro experimental de KHIPA KHIPANI. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 82 p.
- Torres, E. y Torrico, J. (2004). Caracterización de diez variedades de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y alternativas de industrialización. Universidad privada Boliviana. Cochabamba, Bolivia (4). 79-88.
- Ugarte, M; Zeballos, J; Candina, X. 2004. Catálogo de ocas bolivianas. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 101 p.
- Yenque, J; Lavado, M; Santos, E. Mayo de 2008. Revista de la Facultad de Ingeniería Industria "Proceso de industrialización a nivel de Planta Piloto de la Oca (*Oxalis Tuberosa*)". (11): 9-13.

- **Referencias de red**

- Lai, Y-C; Huang, C-L; Chang, C-F; Lien, C-Y; Liao, W-C. June 2011. Studies of sugar composition and starch morphology of baked sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). J Food Sci Technol. 10:1007-13197. Consultado 24 de febrero de 2016, disponible en la página web: <http://link.springer.com/article/view>.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2014. Archivos, datos Históricos de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa ambiente. Consultado 28 noviembre de 2015, página web: <http://www.senamhi.gob.bo>
- Picallo, A. Marzo 2009. Análisis sensorial de los alimentos: El imperio de los sentidos n. 46. Consultado 6 de enero de 2016, página web del Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: <http://repositorioubas.sisbi.uba.ar>

ANEXOS

1) Análisis de varianza para pérdida de peso de 10 clones de oca a 50 cm. de la pared

ANEXO 1.

Cuadro 1. Después de 5 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.T (1%)	F.C	P
Bloque	3	9.3080	3.1027	4,50**	11.25	
Clon	9	13.8954	1.5439	3,15**	5.60	<.001 *
Error	27	7.4478	0.2758			
Total	39	30.6513				
CV: 15,4 % Media = 3,4117						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-18)	10	4.219	a
(18-OT)	4	4.074	ab
(B-35)	1	4.001	ab
(B-32)	2	3.961	ab
(25-OT)	3	3.400	bc
(B-25)	8	3.323	bc
(26-OT)	5	3.108	c
(20-OT)	6	2.771	c
(29-OT)	7	2.639	c
(21-OT)	9	2.620	c

ANEXO 2.

Cuadro 3. Después de 10 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	13,8614	4,6205	20,14	4,50**	
Clon	9	16,7478	1.8609	8,11	3,15**	<.001 *
Error	27	6,1957	0.2295			
Total	39	36,8050				
CV: 13,2 % Media =3,5972						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-32)	2	4.611	a
(B-18)	10	4.284	ab
(B-35)	1	4.084	ab
(18-OT)	4	4.052	ab
(21-OT)	9	3.823	b
(25-OT)	3	3.659	bc
(B-25)	8	3.246	c
(29-OT)	7	3.041	cd
(20-OT)	6	3.018	cd
(26-OT)	5	2.403	d

ANEXO 3.

Cuadro 5. Después de 15 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	71.222	23.741	4.76	4,50**	
Clon	9	140.087	15.565	3.12	3,15*	0.010 *
Error	27	134.593	0.4985			
Total	39	345.902				
CV: 17,6 % Media = 4,0448						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clon	N	Media	Duncan
(B-32)	2	5.031	a
(18-OT)	4	4.658	a

(B-18)	10	4.447	ab
(B-35)	1	4.423	ab
(20-OT)	6	4.097	b
(21-OT)	9	3.946	b
(B-25)	8	3.491	bc
(25-OT)	3	3.480	bc
(29-OT)	7	3.462	bc
(26-OT)	5	3.105	c

ANEXO 4.

Cuadro 7. Después de 20 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	0.8523	0.2841	1.23	4,50*	
Clon	9	33.086	0.3676	1.59	3,15*	0.168 *
Error	27	62.320	0.2308			
Total	39	103.929				
CV: 10,2 % Media = 4,5984						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(18-OT)	4	5.123	a
(B-35)	1	4.988	a
(B-32)	2	4.901	a
(B-18)	10	4.821	ab
(21-OT)	9	4.797	ab
(26-OT)	5	4.616	ab
(29-OT)	7	4.594	ab
(20-OT)	6	4.573	ab
(B-25)	8	4.387	ab
(25-OT)	3	4.092	b

ANEXO 5.

Cuadro 9. Después de 4 semanas o Total de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	9.126	3.042	1.58	4,50*	
Clon	9	128.471	14.275	7.41	3,15**	<.001**
Error	27	52.018	1.927			
Total	39	189.615				
CV: 8,8% Media = 15,6521						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coeficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-32)	2	18.00	a
(18-OT)	4	17.91	a
(B-18)	10	17.77	a
(B-35)	1	17.50	a
(21-OT)	9	15.19	b
(25-OT)	3	14.63	b
(20-OT)	6	14.46	b
(B-25)	8	14.45	b
(29-OT)	7	13.74	b
(26-OT)	5	13.23	b

2) Análisis de varianza para pérdida de peso de 10 clones de oca a 2,5 m. de distancia de la pared.

ANEXO 6.

Cuadro 2. Después de 5 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	0.1666	0.0555	0.41	4,50*	
Clon	9	123.167	13.685	10.02	3,15**	<.001
Error	27	36.886	0.1366			
Total	39	161.719				

CV: 13,7% Media = 2,7633

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-35)	1	3.682	a
(B-18)	10	3.552	a
(B-32)	2	3.138	ab
(B-25)	8	2.646	bc
(25-OT)	3	2.642	bc
(18-OT)	4	2.621	bc
(26-OT)	5	2.391	c
(21-OT)	9	2.130	c
(29-OT)	7	2.086	c
(20-OT)	6	2.077	c

ANEXO 7.

Cuadro 4. Después de 10 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	59.493	19.831	6.23	4,50**	
Clon	9	96.457	10.717	3.37	3,15**	0.007
Error	27	85.958	0.3184			
Total	39	241.908				
CV: 15,4 % Media = 3,6825						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-18)	10	4.927	a
(B-32)	2	4.069	ab
(25-OT)	3	3.745	ab
(18-OT)	4	3.742	ab
(B-25)	8	3.461	b
(20-OT)	6	3.456	b
(26-OT)	5	3.342	b
(B-35)	1	3.323	b
(29-OT)	7	3.259	b
(21-OT)	9	3.250	b

ANEXO 8.

Cuadro 6. Después de 15 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	49.335	16.445	3.28	4,50*	
Clon	9	224.180	24.909	4.97	3,15**	<.001
Error	27	135.297	0.5011			
Total	39	408.813				
CV: 19,3 % Media = 3,7797						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(20-OT)	6	5.122	a
(29-OT)	7	4.968	a
(25-OT)	3	3.816	b
(18-OT)	4	3.668	b
(B-18)	10	3.576	b
(B-32)	2	3.481	b
(26-OT)	5	3.152	c
(B-35)	1	3.074	c
(21-OT)	9	3.038	c
(B-25)	8	2.820	c

ANEXO 9.

Cuadro 8. Después de 20 días de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	149.111	49.704	7.36	4,50**	
Clon	9	174.897	19.433	2.88	3,15*	0.016
Error	27	182.311	0.6752			
Total	39	506.319				
CV: 19,9 % Media = 4,1857						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-35)	1	5.404	a
(B-32)	2	4.991	ab
(20-OT)	6	4.523	abc
(B-25)	8	4.233	abc
(B-18)	10	4.153	abc
(21-OT)	9	4.058	bc
(18-OT)	4	3.884	bc
(29-OT)	7	3.541	c
(26-OT)	5	3.296	c
(25-OT)	3	3.273	c

ANEXO 10.

Cuadro 10. Después de 4 semanas o Total de asoleado

F. de V.	G.L	SC	CM	F.C	F.T (1%)	P
Bloque	3	1.002	0.334	0.10	4,50*	
Clon	9	81.743	9.083	2.76	3,15*	0.020
Error	27	88.756	3.287			
Total	39	171.501				
CV: 12,8 % Media = 14,4113						

FV.=factor de varianza; GL= grados de libertad; SC=sumatoria de cuadrados; CM=cuadros medios; CV=Coefficiente de variación.

TABLA DE DUNCAN

Clones	N	Medias	Duncan
(B-32)	2	16.26	a
(B-18)	10	16.21	a
(B-35)	1	15.48	ab
(20-OT)	6	15.18	ab
(18-OT)	4	13.91	b
(25-OT)	3	13.48	b
(29-OT)	7	13.29	cd
(B-25)	8	13.16	cd
(21-OT)	9	12.48	c
(26-OT)	5	12.18	c

ANEXO 11.

Bandejas con los diez clones de oca en bloques para el asoleado





ANEXO 12.

Evaluación de pérdida de peso por semana



ANEXO 13.

Determinación de humedad de ocas frescas y asoleadas



ANEXO 14.

Pelado de la ocas y cortado para el secado



Colocado a la estufa y secado



Muestras secas, molidas, tamizadas



ANEXO 15.

Determinación de humedad y pesado de muestra



Extracción de los azúcares con etanol en Shaker y enfriado de las muestras extraídas



Centrifugacion de las muestras en ependorf



Lecturas en HPLC, (luego de filtrar y colocar en viales) y verificación de tabla de datos



Equipo de HPLC



Fuente: IIDEPROQ

ANEXO 16.

Empaquetado de clones por bloque, cocinado, verificación de la temperatura y tiempo de cocción de los clones.



Preparación de las ocas para el análisis sensorial de clones de oca

