

**Caracterización y evaluación de la calidad físico-química  
de nuevas variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.)  
obtenidas por mejoramiento clásico, para consumo en  
fresco y/o industria**

**Tesis de grado**  
para optar por el título de  
**LICENCIADA EN BROMATOLOGÍA**



**Alexandra Renna**

**Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Cuyo  
Mendoza, Argentina  
30 de Junio de 2022**

“Caracterización y evaluación de la calidad físico-química de nuevas variedades de zanahoria (*Daucus carota L.*) obtenidas por mejoramiento clásico, para consumo en fresco y/o industria.”

**Directora:** Lic. Brom. Nancy Ventrera

**Comité Evaluador**

- Presidente: Mgter. Lic. Brom. Nora Martinengo
- Vocales: Dra. Ing. Agr. Inés Lorello  
Dra. Lic. Brom. Daniela Locatelli
- Suplente: Mgter. Ing. Agr. Pablo Loyola

**Información de contacto**

Alexandra Renna  
renna.alexandra@gmail.com

---

## RESUMEN

---

La zanahoria es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo y se encuentra disponible en los mercados durante todo el año. Constituye un excelente alimento desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido en vitaminas y minerales, principalmente,  $\beta$  caroteno (pro vitamina A), fósforo y potasio, así como hidratos de carbono, siendo estos nutrientes los que aportan energía.

En Argentina el panorama varietal es pobre, situación que valoriza las actividades de mejoramiento. El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) trabaja actualmente en un plan de mejoramiento genético para mejorar características de rendimiento (tamaño, peso, disminución de descartes) y calidad (color, sabor, disminución del xilema, contenido de  $\beta$  carotenos, contenido de sólidos).

El objetivo del presente trabajo fue realizar una caracterización físico-química y un estudio comparativo de las variedades de zanahoria *Coral INTA*, *L2*, *133* y *134*, obtenidas como parte del plan de mejoramiento genético de la Dra. María Soledad Alessandro en la Estación Experimental del INTA La Consulta, así como evaluar su potencial tanto para el mercado en fresco como para la industria, mediante el análisis de sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix), sólidos totales (%),  $\beta$  caroteno (ppm), azúcares reductores (g%ml), rendimiento en jugo (ml/kg), rendimiento de la raíz midiendo longitud (mm), diámetro de hombros (mm) y peso unitario (g).

Los resultados obtenidos demostraron que no hubo diferencia significativa en el contenido de sólidos solubles, sólidos totales y rendimiento en jugo; pero si en la longitud, diámetro de hombros y peso unitario (rendimiento de la raíz), contenido de azúcares reductores y  $\beta$  caroteno. Las variedades *133* y *134* son las que demostraron mejores características en cuanto al contenido de  $\beta$  carotenos, sólidos solubles y totales; mientras que *L2* obtuvo mejores resultados respecto al contenido de azúcares reductores rendimiento en jugo y rendimiento de la raíz.

En general, las variedades estudiadas resultarían útiles para la industria del deshidratado por su alto contenido de sólidos totales (mayor al de una zanahoria tradicional, no mejorada) lo que se traduciría en un elevado rendimiento y menor gasto de energía; así como para el mercado en fresco y enlatado, por su contenido en sólidos solubles y azúcares reductores (glucosa y fructosa), influyendo en su sabor y permitiendo una mayor aceptación. Los valores obtenidos de  $\beta$  caroteno son satisfactorios también ya que son mayores al de una zanahoria tradicional. Por lo tanto, por su contenido de provitamina A, estas variedades constituyen un aporte significativo para la nutrición.

---

*PALABRAS CLAVES*

---

*Daucus carota*, zanahoria, sólidos totales, sólidos solubles,  $\beta$  carotenos, industria, rendimiento, mejoramiento.

---

## ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1. ZANAHORIA .....	6
1.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y TIPOS VARIETALES .....	6
1.1.1.1. Descripción de la planta .....	6
1.1.1.2. Tipos varietales .....	8
1.1.2. CALIDAD .....	10
1.1.2.1. Calidad de las hortalizas .....	10
1.1.2.2. Parámetros de calidad en zanahorias .....	11
1.1.2.3. Factores que afectan la calidad de la zanahoria.....	14
1.1.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES .....	15
1.1.4. USOS .....	17
1.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	18
1.2.1. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO .....	18
1.2.1.1. Selección Recurrente .....	19
1.2.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ZANAHORIA.....	20
2. IMPORTANCIA Y SITUACION EN ARGENTINA.....	21
2.1. HORTICULTURA EN ARGENTINA .....	21
2.1.1. Panorama varietal .....	21
2.2. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN.....	25
2.3. IMPORTANCIA DE LA VITAMINA A Y SITUACIÓN EN ARGENTINA.....	25
3. FUNDAMENTACIÓN .....	26
4. OBJETIVOS .....	27
4.1. OBJETIVOS GENERALES .....	27
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
5. HIPÓTESIS .....	28
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
6.1. MATERIAL VEGETAL.....	28
6.2. DETERMINACIONES ANALÍTICAS.....	28
6.2.1. Acondicionamiento de las muestras .....	29
6.2.2. Análisis físico-químicos .....	29

6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS .....	32
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
7.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA .....	32
7.1.1. Sólidos solubles y totales .....	33
7.1.2. Beta carotenos .....	35
7.1.3. Azúcares reductores .....	37
7.1.4. Rendimiento en jugo .....	38
7.1.5. Rendimiento de la raíz .....	39
8. CONCLUSIONES .....	42
9. BIBLIOGRAFÍA .....	43
ANEXOS .....	48
1. DETERMINACIONES ANALÍTICAS .....	49
1.1. Determinación de sólidos solubles .....	49
1.2. Determinación de sólidos totales .....	49
1.3. Determinación de azúcares reductores directos - Método de Fehling Causse Bonnans (FCB) .....	50
1.4. Pigmentos carotenoides (pro-vitamina A) .....	51
2. RESULTADOS .....	52
2.1. Sólidos totales .....	52
2.2. Beta carotenos .....	53
2.3. Rendimiento de la raíz .....	54
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	54
3.1. Análisis de varianza de sólidos solubles (°Brix) .....	54
3.2. Análisis de varianza de sólidos totales (g%g) .....	55
3.3. Análisis de varianza de beta carotenos (ppm) .....	55
3.4. Análisis de varianza de azúcares reductores (g%ml) .....	55
3.5. Análisis de varianza de rendimiento en jugo (ml/kg) .....	56
3.6. Análisis de varianza de la longitud, diámetro y peso unitario .....	56
3.6.1. Longitud (mm) .....	56
3.6.2. Diámetro (mm) .....	57
3.6.3. Peso (g) .....	57

---

*MARCO TEÓRICO*

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ZANAHORIA**

#### **1.1.1. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y TIPOS VARIETALES**

##### **1.1.1.1. Descripción de la planta**

La zanahoria (*Daucus carota L.*), es una planta de clima frío, pero cultivada también en regiones tropicales y subtropicales, especialmente en grandes altitudes. Su cultivo se inició en Afganistán y de allí se extendió a Europa, la región del Mediterráneo y Asia. Durante su difusión, entrecruzó con tipos silvestres locales (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, 1998).

Las formas no domesticadas de la zanahoria tenían raíces delgadas y pálidas. Con los cruzamientos y mejoramiento vegetal se generaron las primeras variedades domésticas, posiblemente en Afganistán, Irán y Turquía, que tenían raíces púrpuras. Las zanahorias anaranjadas que se conocen en la actualidad aparecieron en Holanda, en el siglo XVI, y se caracterizaban por su elevado contenido en carotenos (Infoalimentos, 2019).

Es una planta bienal de estación fría con un crecimiento óptimo entre los 15 °C y los 25 °C de temperatura. El hecho de que sea bienal no significa estrictamente que su cultivo comercial dure dos años, sino que tiene dos etapas de crecimiento: una etapa vegetativa y una etapa reproductiva (figura 1) (Gaviola, 2013).



*Figura 1. Etapa vegetativa (izquierda) y etapa reproductiva (derecha) de una planta de zanahoria.*

Durante el primer período de crecimiento, o etapa vegetativa, la planta produce un tallo muy comprimido al ras de suelo y una roseta de hojas, acumulando reservas carbonadas en su raíz hipertrofiada. Luego de un período de vernalización o exposición a bajas temperaturas (entre 0 y 10 °C), hecho que generalmente ocurre durante el invierno, comienza la etapa reproductiva. En la misma se produce la elongación del tallo y la floración, para lo cual la planta utiliza las reservas acumuladas en la raíz, provocando una lignificación y pérdida del valor comercial de la misma.

Anatómicamente las raíces de la zanahoria están compuestas por el floema (en la parte más externa) y el xilema o corazón en la parte central (figura 2). Las zanahorias de alta calidad son aquellas que poseen mayor contenido de floema que xilema, es decir que tienen un corazón pequeño, ya que el floema tiene mayor capacidad para acumular azúcares y carotenos.

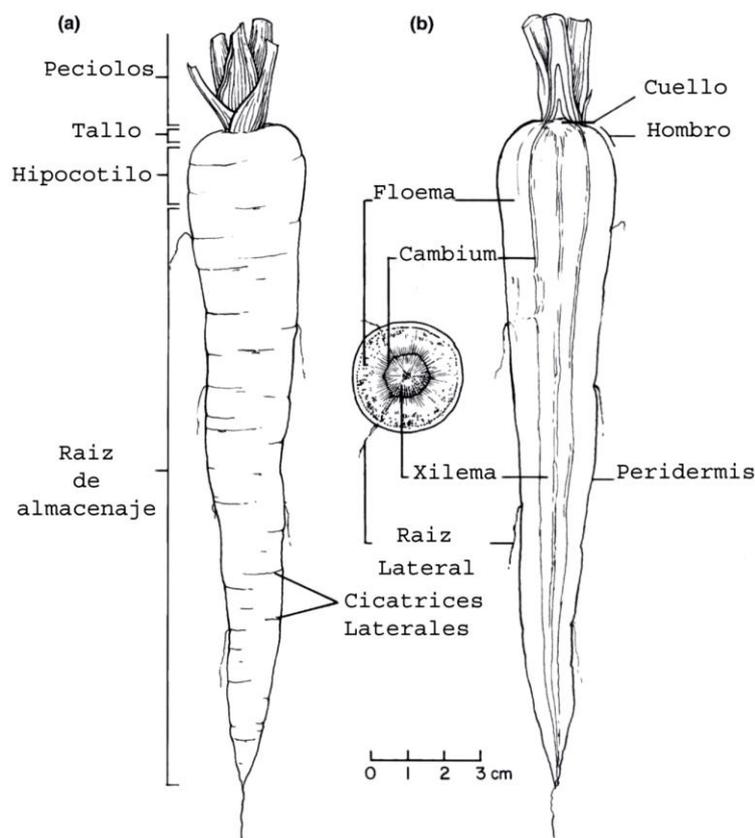


Figura 2. Anatomía de la raíz de la zanahoria: (a) vista longitudinal y (b) vista en cortes transversal y longitudinal. Ilustración extraída de Rubatzky et al. (1999).

La forma de las raíces puede ser desde redondeada hasta cilíndrica, encontrándose diversas formas intermedias (figura 3). El diámetro de la parte superior varía desde 1-2 cm en algunas variedades hasta 10 cm en otras. El largo se extiende entre 5 y 50 cm, aunque la mayoría de las variedades tienen raíces comprendidas entre los 10 y 25 cm.

Además de las zanahorias naranjas, mundialmente se cultivan zanahorias de otros colores como blancas, rojas, amarillas y púrpuras. La diferencia entre estas raíces son los pigmentos que poseen: las zanahorias naranjas poseen mayormente betacarotenos, las rojas poseen licopenos, las amarillas xantófilas, las púrpuras antocianinas y las blancas no tiene ningún pigmento (Gaviola, 2013).

#### **1.1.1.2. Tipos varietales**

Las variedades de zanahoria se clasifican según:

- Constitución genética: en híbridas y variedades de polinización abierta
- Requerimientos de vernalización: en anuales (también denominadas subtropicales) y bienales (templadas)
- Tamaño y forma de sus raíces: en distintos tipos varietales.

El descubrimiento de la androesterilidad citoplasmática en zanahoria permitió el desarrollo de variedades híbridas que aportaron mayor uniformidad y vigor en los cultivos. Sin embargo, las variedades de polinización abierta, es decir las que no son híbridas, todavía son ampliamente utilizadas, especialmente cuando las ventajas del híbrido no justifican el mayor costo de semilla.

En una escala global existen dos grandes grupos de variedades: las zanahorias bienales, con altos requerimientos de frío para florecer, bajo vigor de plántulas y ciclo más largo, y las zanahorias anuales, con bajos requerimientos de frío, mayor vigor de plántula y ciclo más corto. Las zanahorias bienales se utilizan en zonas con clima frío o templado, en las siembras otoño-invernales, ya que permiten la cosecha de raíces antes de la floración. Las zanahorias anuales, en cambio, se siembran en zonas con clima subtropical o en las siembras de fines de primavera a principio del verano en zonas templadas.

Las zanahorias, además, se clasifican por el tamaño y la forma de sus raíces. Según su longitud las raíces se dividen en largas (>20 cm), medias largas (14-19 cm) o cortas (<14 cm), según su diámetro o grosor en chicas (10-19 mm), medianas (20-39 mm) o grandes (40-60 mm), según su forma en cilíndricas, tronco cónicas o cónicas. A su vez los hombros son suaves o pronunciados, la punta aguda, semiobtusa u obtusa. Por la combinación de estas características se originan los distintos tipos varietales (figura 3). Dentro de cada tipo varietal existen numerosas variedades comerciales (Gaviola, 2013).

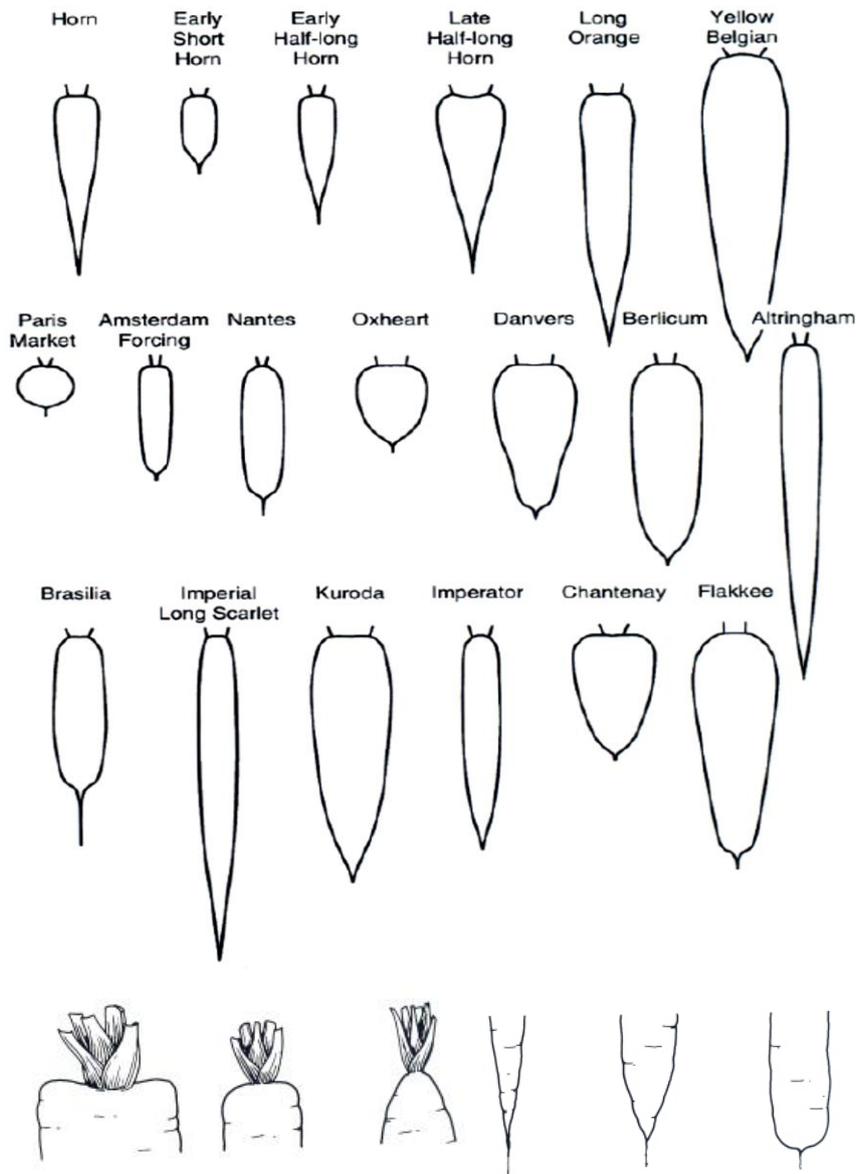


Figura 3. Formas típicas de zanahoria y distintos tipos de corona y de punta (Reproducido de Rubatzky et al., 1999).

Las variedades comerciales más comunes son:

*Chantenay*: Es una zanahoria ligeramente cónica cuyo extremo inferior es redondeado y su longitud media es de 11-15 cm y su diámetro de 3-5 cm. De color intenso y uniforme, tanto en la corteza como en el centro de la zanahoria.

*Nantes*: Es una zanahoria de forma casi cilíndrica y extremo inferior redondeado. Es más delgada que la anterior. Su longitud es de 11-15 cm y su diámetro varía entre 2,5 a 4 cm. Se destaca por su buena textura y sabor, pero sus raíces son más frágiles. Su color también es intenso, pero puede presentar la parte central de color amarillo.

*Danvers*: Es más delgada que la Chantenay, de forma cónica, que termina en una punta no totalmente roma. Mide entre 15 y 16 cm de longitud y 2,5 a 4 cm de diámetro. Presenta buen color en la corteza, pero más tenue en la parte central.

*Emperador*: Zanahoria larga (18 a 23 cm de longitud), delgada (2,5 -4 cm de diámetro) y cónica, con una punta semiobtusa.

*Flakkee*: Es un cultivar muy importante de alto rendimiento. Raíz de longitud larga (20 a 25 cm) con un diámetro de 4,5 a 5,5 cm (Gaviola, 2013).

## **1.1.2. CALIDAD**

### **1.1.2.1. Calidad de las hortalizas**

Algunos autores señalan que la calidad en productos hortícolas se conforma de atributos que pueden medirse objetiva o subjetivamente; que no existe "calidad absoluta" sino grados relativos de adaptabilidad según un fin particular (Fritz & Habben, 1970)

De acuerdo a Peron y Lefebvre (1984) los componentes intrínsecos de calidad en las hortalizas, pueden ser clasificados en cuatro tipos, según su incremento de subjetividad en la apreciación:

*Calidad higiénica y sanitaria*. Este tipo de apreciación está relacionado con la protección sanitaria de los consumidores, y dado que es difícil determinar el nivel a partir del cual un producto vegetal se torna perjudicial para la salud, resulta

necesario admitir tolerancias en varios campos, tales como en los residuos de pesticidas, en pestes y enfermedades, en sustancias minerales (nitratos, metales pesados).

*Calidad nutricional.* Indica la capacidad potencial de un producto de satisfacer las exigencias nutricionales de quien lo consume.

*Calidad tecnológica.* Está determinada por la respuesta del vegetal al proceso industrial o la preparación de comidas. En el primero deben considerarse los diferentes pasos, desde el cultivo hasta la preparación del producto para su consumo. En la segunda deben tenerse en cuenta las etapas de lavado, clasificación pelado, cortado, blanqueado, etc., hasta la conservación, que puede ser hecha mediante congelado, envasado o deshidratado del producto (Bentsoon, 1984).

*Calidad organoléptica o sensorial.* Puede ser dividida en dos partes: calidad sensorial externa, que incluye atributos relacionados con la apariencia (color, tamaño, forma) y calidad sensorial interna, que incluye atributos relacionados con el sabor y la textura. El sabor es causado por componentes químicos y la textura por una combinación de propiedades físicas.

#### **1.1.2.2. Parámetros de calidad en zanahorias**

Según Mazza (1989), los parámetros de calidad más importantes en zanahoria son el tamaño, forma, color, textura y aspectos internos (valor biológico y calidad sensorial). El principal valor biológico se relaciona con el contenido de vitaminas y fibra dietética en las raíces (Alasavar *et al.*, 2005)

Los azúcares solubles son los principales compuestos de almacenamiento en las raíces de la zanahoria, representando el 35-70% del peso seco de la raíz (Nilsson, 1987). Esto es de interés ya que, de acuerdo con el destino de la zanahoria se requiere un contenido de sólidos solubles determinado. El contenido varía normalmente entre 7 y 14° Brix, valores mayores a 8 son deseables (Gabriel *et al.* 2005; Rodríguez 2005). En el caso de destinarse a la industria del enlatado, se precisa un contenido de 6,4 a 8° Brix (Reina, 1997). En

cambio, para el consumo en fresco es deseable un mayor contenido ya que influyen en el sabor y tienen mayor aceptación (Gaviola, 2013).

El contenido de azúcar en las zanahorias aumenta con rapidez después de unos tres meses de siembra manteniéndose después constante hasta la cosecha. Los azúcares reductores (glucosa y fructosa) se mantienen constantes en este período, mientras que la proporción de azúcares no reductores (sacarosa) aumenta en forma potencial (Borja y Vidal, 2007). Un alto contenido de azúcares reductores es deseable, principalmente para el consumo en fresco. Kaur *et al.* (1976) reporta en su estudio 1.67–3.35% de azúcares reductores, 1.02–1.18% de azúcares no reductores y 2.71–4.53% de azúcares totales en cultivares de zanahoria.

En cuanto a los sólidos totales (materia seca) se considera en torno al 11 % lo que dependerá en gran medida del cultivar y de las condiciones climáticas en las últimas etapas del cultivo, como las temperaturas, que incide positivamente al ser altas. El porcentaje de estos sólidos es de gran interés para procesos industriales ya que afecta el contenido de azúcares, el rendimiento y calidad del producto procesado (Krarup *et al.*, 1986).

Respecto al color de las raíces, causado por diversos pigmentos, es una de las principales características que determina la calidad. Las zanahorias naranjas, las más difundidas en Argentina, contienen pigmentos carotenoides,  $\alpha$  y  $\beta$ -caroteno, que funcionan como antioxidantes y además son precursores de la vitamina A (retinol), lo que constituye la mayor riqueza nutritiva de esta raíz. Cuanto más intensa es la coloración naranja, mayor contenido de carotenos tiene la raíz. La variabilidad existente entre variedades de zanahoria va desde 80 ppm hasta 100 ppm de carotenos en cultivares originales (Simon, 1987). En evaluaciones realizadas en la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta INTA y en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo, se determinó que las variedades más utilizadas en Argentina (de polinización abierta tipo Flakkee) tienen contenidos de carotenos entre 107 y 234 ppm (Gaviola, 2013). Su aporte aproximado en  $\beta$ -caroteno es de 12 mg%g (Senser y Scherz, 1999) a 20 mg%g (Bernice y Merrill, 1975).

El color es una característica significativa, tanto para el mercado en fresco, ya que las personas prefieren zanahorias con colores naranjas intensos, como para la industria. Por ejemplo, las zanahorias en conserva, que según el Código Alimentario Argentino (CAA), deben tener un color amarillo intenso con tendencia al anaranjado y no deben presentar partes verdes o verdosas.

El floema (parte externa de la raíz) de la zanahoria es más rico en sólidos y azúcares que el xilema (corazón) acumulando potencialmente más carotenos. Una zanahoria de buena calidad es aquella que tiene un corazón pequeño, y color naranja intenso uniforme en floema y xilema (Gaviola, 2013).

La calidad nutricional de las raíces es tan importante como el rendimiento. El rendimiento en jugo también es una característica de interés ya que una de las formas de comercialización de las zanahorias corresponde al procesado para la obtención de jugos o zumos. El jugo producido por la zanahoria ronda los 680 a 750 litros de concentrado por tonelada procesada (Ebner, 1995). En efecto Kehr *et al.* (2010), reporta de 35.000 a 67.000 litros por hectárea al obtener rendimientos en sus cultivares del orden de 70 a 130 toneladas/hectárea, por lo tanto, el rendimiento promedio en jugo sería de 350 a 670 L/tn.

Respecto a su calidad organoléptica, debe realizarse una evaluación sensorial para determinar las distintas características del producto a través de los sentidos tales como el aspecto, sabor, olor, gusto, consistencia.

Los estándares argentinos que definen la calidad para la zanahoria en fresco y los criterios para su determinación están descriptos en la normativa vigente de la Resolución SAG N°297 del 17/6/83 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) que reglamenta las normas de tipificación, empaque y fiscalización de Hortalizas Frescas con destino a mercados de interés nacional. En ésta se establece como “condiciones generales” que las raíces deben:

- Ser sanas, frescas, limpias, firmes, lisas, bien formadas
- Estar libres de hojas, insectos vivos, podredumbres, grietas, crecimientos secundarios, lesiones, decoloraciones, olor y sabor extraños.
- No deberá ser: leñosa, seca.

De acuerdo con la FAO (Food and Agriculture Organization of United States, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura), los requisitos mínimos de calidad que debe reunir la zanahoria son: estar entera, sana (sin rajaduras, plagas ni enfermedades), limpia (sin materiales extraños), de consistencia firme, con un color típico de la especie y variedad, no bifurcada, desprovista de raíces secundarias, tierna (sin textura leñosa), de aspecto fresco, exenta de humedad exterior anormal, exenta de olores y sabores extraños.

Para conservas ácidas (encurtidos fermentados o no fermentados), la materia prima debe ser de textura firme y tamaño regular. De preferencia se elegirán los productos más pequeños, homogéneos y sanos (FAO, 2014).

### **1.1.2.3. Factores que afectan la calidad de la zanahoria**

La obtención de un producto de calidad se gesta durante la etapa de precosecha ya que una vez cosechado, la calidad no puede ser mejorada ni aún con las mejores tecnologías de poscosecha disponibles. Las prácticas de precosecha y cosecha tienen un enorme impacto en el producto obtenido ya que no solamente afectan a los atributos de calidad, sino también al ritmo con que se deteriora durante la poscosecha, incidiendo decisivamente en la aceptación por parte del consumidor y la rentabilidad general de toda la cadena (López Camelo, 2011).

En el cultivo, los defectos tienen un componente genético y un componente ambiental fuerte (tipo de suelo y su manejo, factores climáticos y edáficos, fundamentalmente). El rendimiento y la calidad de las raíces en cultivos de zanahorias, están muy influenciados por estas condiciones las cuales permiten, o no, la expresión del potencial genético de cada variedad en particular (Gaviola, 2013).

Los defectos que tienen origen en el campo son, por ejemplo, la presencia de hombro verde, daños por insectos, malformaciones, bifurcaciones y rajaduras cicatrizadas. Por otro lado, los deterioros que son producto del manejo de la cosecha y poscosecha son el daño mecánico (la raíz se presenta quebrada, rota o rajada), la deshidratación y las podredumbres.

Para zanahoria, es tan importante la calidad de las raíces como el rendimiento. El rendimiento disminuye por la presencia de zanahorias con daño mecánico, deformaciones (bifurcadas, rajadas) o enfermas (Ávila *et al.*, 2010).

### **1.1.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y PROPIEDADES**

Las vitaminas son micronutrientes esenciales, porque son indispensables para el organismo en pequeñas cantidades. Son parte vital de una dieta saludable y es necesario consumirlas de forma habitual, ya que nuestro organismo no las sintetiza. Algunas vitaminas, denominadas liposolubles (como la A, D, E y K), se disuelven en las grasas y se almacenan en el hígado y en los tejidos grasos; mientras que las hidrosolubles (como las del grupo B y la vitamina C), se disuelven en agua y se eliminan del cuerpo con la orina.

En particular, la vitamina A es muy importante para el sistema inmunológico y ayuda a mantener saludables la piel y el revestimiento de los pulmones, del intestino y de las vías urinarias. Pero donde su función es fundamental, es en el funcionamiento de la visión. Una zanahoria de tamaño medio cubre el 89% de las necesidades diarias de esta vitamina para hombres de 20 a 39 años y el 112% para mujeres de la misma edad (Fundación Española de la Nutrición, 2019).

Existen dos tipos de vitamina A. El primero, “vitamina A preformada”, que se encuentra en el hígado vacuno, en la carne de ave, la yema de huevo, en los pescados (como el salmón) y en los productos lácteos. El segundo tipo es la “provitamina A”, que está presente en hortalizas de hojas verde oscuro como la acelga y la espinaca, y en verduras de color verde, anaranjado y amarillo, como brócoli, zanahorias y calabazas. También está presente en frutas, como naranja, melón, damasco, mango y papaya. La más importante de las provitaminas A es el beta caroteno, un pigmento que, una vez consumido, se convierte poco a poco en vitamina A en el organismo (Infoalimentos, 2019).

De la zanahoria se extrajo por primera vez el  $\beta$ -caroteno, carotenoide responsable de su color característico. La alta biodisponibilidad de éste, mucho más que la de los vegetales de hojas, hace que el consumo regular de esta raíz

satisfaga las necesidades vitamínicas del hombre. Es el aspecto más destacable de este alimento desde el punto de vista nutricional (Badui, 2012).

Respecto a los carotenoides presentes, el  $\beta$ -caroteno es el más abundante en esta hortaliza, seguido del  $\alpha$ -caroteno. Pero existen, además, otros como la luteína, que se localiza en la retina y el cristalino del ojo. Otras vitaminas, en cantidades más discretas, son la vitamina C y la vitamina B6 (tabla 1) (Fundación Española de la Nutrición, 2019).

Las vitaminas C y E, y el beta caroteno tienen la propiedad de proteger al ser humano contra generadores de radicales libres que pueden dañar las células, los cuales provocan enfermedades crónicas del corazón y de los pulmones, así como artritis y hasta cáncer; incluso algunos autores los relacionan con el proceso de envejecimiento. Los rayos ultravioletas, el humo de cigarrillo y el aire contaminado, son algunos de los responsables de producir moléculas altamente reactivas capaces de generar radicales libres (Badui, 2006).

Tabla 1. Composición nutricional de la zanahoria.

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (80 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
<b>Energía (Kcal)</b>	40	27	3.000	2.300
<b>Proteínas (g)</b>	0,9	0,6	54	41
<b>Lípidos totales (g)</b>	0,2	0,1	100-117	77-89
AG saturados (g)	0,037	0,02	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	0,014	0,01	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,117	0,08	17	13
$\omega$ -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico ( $\omega$ -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
<b>Hidratos de carbono (g)</b>	7,3	4,8	375-413	288-316
<b>Fibra (g)</b>	2,9	1,9	>35	>25
<b>Agua (g)</b>	88,7	58,9	2.500	2.000
<b>Calcio (mg)</b>	41	27,2	1.000	1.000
<b>Hierro (mg)</b>	0,7	0,5	10	18
<b>Yodo (<math>\mu</math>g)</b>	9	6,0	140	110
<b>Magnesio (mg)</b>	13	8,6	350	330
<b>Zinc (mg)</b>	0,3	0,2	15	15
<b>Sodio (mg)</b>	77	51,1	<2.000	<2.000
<b>Potasio (mg)</b>	255	169	3.500	3.500
<b>Fósforo (mg)</b>	37	24,6	700	700
<b>Selenio (<math>\mu</math>g)</b>	1	0,7	70	55
<b>Tiamina (mg)</b>	0,05	0,03	1,2	0,9
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,04	0,03	1,8	1,4
<b>Equivalentes niacina (mg)</b>	0,6	0,4	20	15
<b>Vitamina B<sub>6</sub> (mg)</b>	0,15	0,10	1,8	1,6
<b>Folatos (<math>\mu</math>g)</b>	10	6,6	400	400
<b>Vitamina B<sub>12</sub> (<math>\mu</math>g)</b>	0	0	2	2
<b>Vitamina C (mg)</b>	6	4,0	60	60
<b>Vitamina A: Eq. Retinol (<math>\mu</math>g)</b>	1.346	894	1.000	800
<b>Vitamina D (<math>\mu</math>g)</b>	0	0	15	15
<b>Vitamina E (mg)</b>	0,5	0,3	12	12

Tablas de Composición de Alimentos. Moreiras y col., 2013. (ZANAHORIA). Recomendaciones: Ingestas Recomendadas/día para hombres y mujeres de 20 a 39 años con una actividad física moderada. Recomendaciones: ■ Objetivos nutricionales/día. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, 2011. Recomendaciones: ■ Ingestas Dietéticas de Referencia (EFSA, 2010). 0: Virtualmente ausente en el alimento. —: Dato no disponible. \* Datos incompletos.

Fuente: Fundación Española de la Nutrición, 2019

En relación a los minerales, son ricas en fósforo y potasio. Aunque contienen también, en pequeñas cantidades calcio, hierro, yodo, magnesio, entre otros.

Sus minerales y vitaminas hidrosolubles se pueden perder por diversos mecanismos, y dado que muchas se concentran justo por debajo de la piel, al pelarlas profundamente éstas se eliminan. Por ser hidrosolubles se extraen en el agua de remojo o de cocción, la cual generalmente se desecha; en otras una exposición prolongada a altas temperaturas y a los rayos UV solares induce su destrucción (Badui, 2012).

El agua es el componente más abundante de la zanahoria, seguido por los hidratos de carbono, siendo estos últimos nutrientes los que aportan energía. Al tratarse de una raíz, absorbe los nutrientes y los asimila en forma de azúcares. Contiene 6.3% de la benéfica fibra dietética a base de celulosa y de otros polisacáridos; sin embargo, ésta se pierde en 85 a 90% en su jugo debido a que se elimina en el bagazo, quedando sólo un residuo de 0.8%. Su ligero dulzor se debe a 5 o 6% de glucosa, sacarosa y fructosa que se incrementa en el vegetal tierno y de menor tamaño y que resalta en la cocción (Badui, 2012).

#### **1.1.4. USOS**

Las zanahorias se pueden consumir de diversas formas. Se suelen trocear, y se consumen crudas, cocidas, fritas o al vapor y se cocinan en sopas, guisos, ensaladas, pasteles, así como en comidas preparadas para bebés y animales domésticos. Se pueden consumir en fresco preparando ensaladas, sándwiches, jugos o bien pueden congelarse, hacer encurtidos, enlazarlas al natural o en salmuera. A partir de zanahorias deshidratadas se pueden elaborar purés, snacks, sopas instantáneas y caldos. En la siguiente figura se pueden ver algunos ejemplos de productos elaborados con zanahorias.

Respecto a su uso medicinal, del fruto se puede extraer vitamina A y carotenoides que actúan como provitamina A, antioxidantes, anticancerígenos y cicatrizante intestinal (FAO, 2014).



Figura 4. Productos elaborados con zanahorias: sopas, snacks, comida de bebé y enlatados.

## 1.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO

El mejoramiento es el proceso de separación de las mejores plantas de un grupo silvestre, para formar grupos de plantas útiles para el hombre. Este proceso va ligado a siembras en zonas y suelos apropiados, de acuerdo con una tecnología adecuada con el fin de obtener mayor cantidad de frutos, buena calidad de maderas y alta calidad de los compuestos bromatológicos y químicos. Por lo tanto, el mejoramiento de las plantas constituye un proceso acelerado de la evolución, creando nuevos grupos de plantas superiores dentro de cada especie, que son los diferentes cultivares comerciales que actualmente encontramos bajo cultivo o formando huertos altamente rentables, por su alta productividad y buena calidad (Chávez, 1985).

### 1.2.1. MÉTODOS DE MEJORAMIENTO

Los métodos de mejoramiento definen la forma de conducir la selección, las unidades de selección a utilizar y el posterior manejo que se da a los genotipos seleccionados. Existen muchos métodos de mejoramiento, que de acuerdo con Rumbaugh *et al.* (1988) se clasifican en dos grandes grupos: a) *interpoblacionales*, que se basan en el concepto del mejoramiento de poblaciones de polinización abierta, donde se permite el flujo de genes entre poblaciones y en los que el intercambio de polen puede ser llevado a cabo en

forma natural (polinizadores) o manual; y b) *intrapoblacionales*, que buscan incrementar la frecuencia de genes favorables dentro de una misma población de plantas. En este último grupo, las unidades de selección pueden ser plantas individuales, familias de plantas, o sus combinaciones. Es importante señalar que, en general, los métodos no son excluyentes entre sí y que pueden usarse en forma complementaria, a efectos de una utilización más eficiente de los recursos disponibles en función de los objetivos del programa de mejoramiento (Odorizzi *et al.*, 2013).

#### **1.2.1.1. Selección Recurrente**

La selección recurrente (SR) es un método de mejoramiento vegetal que permite aumentar la frecuencia de los genes favorables en la expresión de características poligénicas que están bajo selección, en una población. El método consta de tres etapas: evaluación, selección y recombinación. Las plantas, seleccionadas sobre la base de alguna característica de interés para el fitomejorador, se intercrucan para obtener una nueva población; ésta se evalúa, y los materiales más sobresalientes se seleccionan e intercrucan para iniciar un nuevo ciclo de selección (Guimaraes, 1997).

La selección recurrente permite:

- Mejorar 1 o más caracteres a la vez
- Mejorar caracteres de herencia cuali o cuantitativa
- Aumentar la frecuencia de alelos favorables
- Mejorar poblaciones
- Obtener líneas parentales

Existen dos tipos de SR según la unidad de selección y recombinación:

- Selección recurrente genotípica
- Selección recurrente fenotípica

(Alessandro, 2012)

En la selección recurrente genotípica los individuos seleccionados deben pasar previamente una evaluación de su progenie a través del comportamiento "Per

se” en lotes experimentales o mediante el cruzamiento con probadores de reconocido valor genético (Valencia, 2017).

La fenotípica se caracteriza y distingue de otros métodos utilizados por la recombinación de los mejores genotipos para formar una población mejorada que mantenga alta variabilidad genética (Guimaraes,1997). Además, esta técnica no requiere pruebas de aptitud combinatoria; se basa en el fenotipo de la planta; cada ciclo puede ser tan corto como un año y se utiliza en caracteres de alta heredabilidad (Biasutti, 2017).

### **1.2.2. MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ZANAHORIA**

Los principales objetivos de mejoramiento en esta especie son el aumento de rendimiento a través de la disminución de descartes (plantas florecidas prematuramente, raíces rajadas, bifurcadas o con raíces secundarias, defectos de color), precocidad en el ciclo, resistencias a enfermedades de hoja y de raíz, resistencia a plagas (especialmente nemátodos).

Para el mercado en fresco, los principales caracteres de interés son el color, sabor, conservación, resistencia a enfermedades y sus aportes a la salud (beta caroteno), entre otros. En cambio, si fuera destinado a la industria (deshidratado, congelados, jugos) se enfocaría también el aumento en su contenido de sólidos solubles y totales, así como en su tamaño y peso, disminución del xilema, entre otros. Por ejemplo, en el caso de la industria del deshidratado, un aumento en el contenido de sólidos y una disminución del xilema se traduciría en un mayor rendimiento y menor gasto de energía.

Además, el mejoramiento de zanahoria puede optimizar la adquisición de carotenoides. Un adulto necesita comer 150 gramos de zanahoria común (100 ppm de  $\beta$  caroteno) por día para satisfacer los requerimientos de vitamina A. Con una zanahoria mejorada en su contenido en caroteno se necesitaría una menor cantidad de la misma para alcanzar estos requerimientos (Alessandro, 2012).

## **2. IMPORTANCIA Y SITUACION EN ARGENTINA**

### **2.1. HORTICULTURA EN ARGENTINA**

La horticultura es una actividad intensiva que aporta gran valor agregado. La producción hortícola representa alrededor del 11 % del producto bruto agrícola del país. La superficie cultivada varía de año en año, dado que gran parte de los cultivos son anuales; comprende alrededor de 600.000 hectáreas y ocupa alrededor de 10 millones de jornales por año, lo que la transforma en una de las actividades de mayor valor social. Especies como ajo, batata, cebolla, garbanzo, lechuga, papa, pimiento, poroto seco, tomate, zanahoria y zapallo, concentran más del 85 % del valor de la producción. El 93% de la producción se destina al mercado interno. Argentina genera 230 millones de dólares en exportaciones hortícolas (Galmarini, 2018).

Brasil es el principal destino, más del 70% de las exportaciones se dirigen a ese país, por lo que resulta prioritario diversificar la producción para acceder a otros mercados. El 90 % de la producción nacional se consume en fresco y se comercializa en mercados mayoristas, verdulerías e hipermercados, el restante 10 % se industrializa, el destino más importante es la industria conservera, aunque merece destacarse lo derivado a las industrias del congelado y del deshidratado (Galmarini, 2018).

A nivel mundial el consumo de hortalizas se incrementa anualmente por su asociación con efectos benéficos para la salud. El consumo diario en Argentina ronda los 140 gramos por habitante y por día, lejos de lo aconsejado por la Organización Mundial de la Salud, que recomienda 400 gramos. Esto representa una gran oportunidad, de acompañar la tendencia mundial, al menos habría que duplicar la producción nacional para satisfacer la demanda del mercado interno (Galmarini, 2018).

#### **2.1.1. Panorama varietal**

En Argentina, se observa que la adopción de variedades de zanahoria híbridas es baja, ocupando solo un 14% de la superficie total en las principales zonas productoras (figura 5). Esta situación probablemente se relaciona con la forma

de comercialización a campo, por peso de raíces sin tener en cuenta la calidad, y con una gran variabilidad, año tras año, del precio pagado al productor.

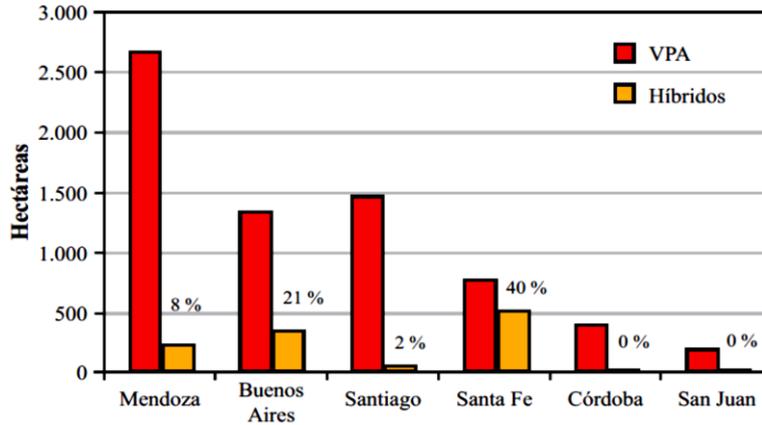


Figura 5: Superficie implantada, estimada, con cultivares híbridas y variedades de polinización abierta (VPA) en cada provincia productora. Los porcentajes en el gráfico corresponden a la proporción de híbridos respecto a la superficie cultivada en cada zona. (Alessandro y Gabriel, 2011)

El 80% de la superficie se encuentra implantada con zanahorias bienales (figura 6). Estas variedades son principalmente ofrecidas por semilleros privados extranjeros, existiendo pocas variedades nacionales inscriptas, desarrolladas por INTA (tablas 2 y 3, figura 7).

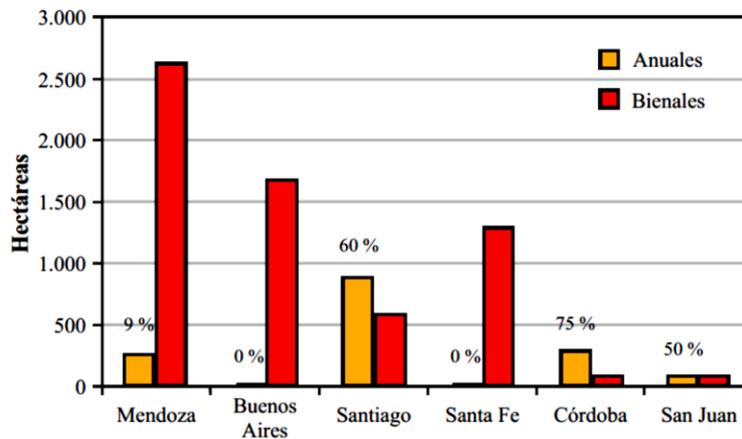


Figura 6. Superficie implantada, estimada, con cultivares anuales y variedades bienales en cada provincia productora. Los porcentajes en el gráfico corresponden a la proporción de anuales respecto a la superficie cultivada en cada zona. (Alessandro y Gabriel, 2011)

Tabla 2. Listado de variedades inscriptas en Argentina.

Nº Registro	Especie	Condición Genética	Cultivar	Grupo Especie	Inscripción RNC	Solicitante
2756	ZANAHORIA	VARIEDAD	BEATRIZ INTA	HT	1994-05-19	INTA E.E.A.LA CONSULTA
944	ZANAHORIA	VARIEDAD	CHANTENAY LISA SEL LA CONSULTA	HT	1981-01-13	
18205	ZANAHORIA	VARIEDAD	CORAL INTA	HT	2018-06-29	INTA
2415	ZANAHORIA	VARIEDAD	CRIOLLA INTA	HT	1991-02-22	
2755	ZANAHORIA	VARIEDAD	JULIA INTA	HT	1994-05-19	INTA E.E.A.LA CONSULTA
16850	ZANAHORIA	VARIEDAD	LARGA CORDOBESA	HT	2016-11-16	CAPS CIA.ARG.PROD. DE SEMILLAS
14284	ZANAHORIA	VARIEDAD	NARA INTA	HT	2014-02-21	INTA

Referencias: HT=hortícolas

Fuente: Instituto Nacional de Semillas (INASE), 2021

Las zanahorias anuales, llamadas 'Criollas' en Argentina, se utilizan principalmente en Santiago del Estero, Córdoba y San Juan. Este tipo de variedad es de origen nacional en una gran mayoría, con una alta proporción de semilla producida por los propios agricultores o por pequeños productores semilleros, mayormente de la provincia de San Juan.



Figura 7. Variedades comerciales de zanahorias bienales tipo Flakkee (Gaviola, 2013)

*Tabla 3. Variedades de zanahoria inscriptas en el Registro Nacional de Cultivares de la Argentina en los últimos años.*

<b>Nº Registro</b>	<b>Condición Genética</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Grupo Especie</b>	<b>Inscripción RNC</b>	<b>País</b>	<b>Solicitante</b>
20520	HIBRIDO	RUBYPAK	HT	2021-05-20	USA	NUNHEMS B.V.
20510	HIBRIDO	PURPLE SNAX	HT	2021-05-20	USA	NUNHEMS B.V.
20509	HIBRIDO	SNOW MAN	HT	2021-05-20	USA	NUNHEMS B.V.
20508	HIBRIDO	HONEYSNAX	HT	2021-05-20	USA	NUNHEMS B.V.
19917	HIBRIDO	SANGRIA	HT	2021-03-23	JAP	TSUKASA SHOJI S.A.
19072	VARIEDAD	KURODA IMPROVED	HT	2019-10-04	JAP	AGROPECUARIA PILAR SH
18848	HIBRIDO	ALLYANCE	HT	2019-08-28	HOL	NUNHEMS B.V
18785	HIBRIDO	KILLMU	HT	2019-06-03	USA	MONSANTO ARGENTINA S.R.L
18630	VARIEDAD	ZAFIRA	HT	2019-01-09	DEN	GARDE GIUSTI Y CHUCHUY S.A.
18609	VARIEDAD	GROSA	HT	2019-01-09	DEN	GARDE GIUSTI Y CHUCHUY S.A.
18606	VARIEDAD	NANTES PLUS	HT	2019-01-09	DEN	GARDE GIUSTI Y CHUCHUY S.A.
18605	VARIEDAD	NANTES DUKE	HT	2019-01-09	DEN	GARDE GIUSTI Y CHUCHUY S.A.
17547	VARIEDAD	FLAMIR	HT	2018-09-24	FRA	ALLIANCE SEMILLAS SA
17545	VARIEDAD	LAVAL	HT	2018-09-24	FRA	ALLIANCE SEMILLAS SA

Referencias: HT=hortícolas Fuente: INASE, 2021

Las preferencias por cada tipo varietal varían en distintas partes del mundo, por ejemplo en EE.UU. se encuentran ampliamente difundidas las zanahoria tipo 'Emperador', mientras que en Europa se prefieren las tipo 'Nantesa' y 'Amsterdam forcing', y en Asia se cultiva principalmente la zanahoria tipo 'Kuroda'.

En Argentina el 50% de la superficie se encuentra implantada con zanahorias tipo 'Flakkee', un 26% con zanahorias tipo 'Nantesa', un 20% con zanahorias tipo 'Criolla' y un 3% con otros tipos, entre los que se incluyen 'Chantenay', 'Danvers' y 'Berlicum'. Cabe aclarar que las zanahorias nantesas utilizadas en Argentina son un poco más largas (20 cm promedio) que el tradicional tipo varietal, aunque conservan la forma cilíndrica y punta obtusa. Dentro de las zanahorias tipo 'Criolla' existe gran variabilidad en cuanto a forma y tamaño de raíces, aunque la gran informalidad presente en la comercialización de este tipo de variedades hace dificultosa una clara identificación y clasificación (Gaviola, 2013).

## **2.2. DESTINO DE LA PRODUCCIÓN**

El mayor porcentaje de la producción se destina al consumo en fresco y una pequeña proporción a la industria del deshidratado y otros procesos. El consumo *per capita* nacional (6 kg/habitante/año) la ubica en sexto lugar entre las hortalizas.

Las exportaciones son escasas y oscilan entre 0,5 y 1,5% de la producción. El 94% de las exportaciones realizadas entre 2008 y 2010 se realizaron desde Mendoza (Gaviola, 2013).

## **2.3. IMPORTANCIA DE LA VITAMINA A Y SITUACIÓN EN ARGENTINA**

La deficiencia de micronutrientes en niños y en mujeres embarazadas constituye una causa importante de morbimortalidad. La situación afecta cerca de un tercio de la población mundial y está muy relacionada con la carencia de hierro, yodo y vitamina A.

La ingesta adecuada de vitamina A contribuye a la diferenciación celular normal, funcionamiento del sistema inmunitario, mantenimiento de las mucosas y de la visión, participa del metabolismo normal del hierro.

El problema más común provocado por la deficiencia de vitamina A en niños de corta edad y mujeres embarazadas, es una enfermedad ocular denominada ceguera nocturna. La falta de esta vitamina afecta a los ojos, pero también a la piel y otros tejidos, que se resecan y dañan. Además, se hacen más frecuentes cierto tipo de infecciones (Infoalimentos, 2019).

En un estudio de deficiencia de micronutrientes de Argentina realizado por el Departamento de investigación en nutrición de la Universidad Maimónides (Buenos Aires) en 2017 se concluyó que, entre los niños menores de 5 años, la proporción nacional con ingesta por debajo del valor de RPE (Requerimiento Promedio Estimado) fue 23,8%, observándose una proporción significativamente mayor en el noreste argentino (40,7%).

La relación entre ingesta y el valor correspondiente a RPE presentó inadecuación en el 66,2% de las embarazadas del país para la vitamina A. El resultado presentado por una encuesta realizada fue aún más grave, ya que 85,4% de las

embarazadas presentaron ingesta por debajo del RPE para vitamina A en el día anterior (Leal *et al.*, 2017).

Las deficiencias de micronutrientes son un impedimento para el desarrollo social y económico de las comunidades y de las naciones. Por otro lado, las medidas de intervención dirigidas al control y prevención de deficiencias nutricionales pueden reducir la morbilidad y la mortalidad, promover el desarrollo físico, neurológico e intelectual de las personas, y acelerar dicho desarrollo económico y social de los países.

### **3. FUNDAMENTACIÓN**

La zanahoria es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. Su consumo se ha extendido ampliamente, ya que actualmente se encuentra disponible en los mercados durante todo el año.

De acuerdo al Ministerio de Agroindustria de la Nación, con una producción anual de 300 mil toneladas de raíces en una superficie de entre 7 a 9,5 mil hectáreas y un consumo por persona de 6 kilos por habitante por año, la zanahoria es una de las hortalizas preferidas por los argentinos (Dansa *et.al.*, 2017; Gaviola, 2013).

Es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido en vitaminas y minerales. El agua es el componente más abundante, seguido de los hidratos de carbono, siendo estos nutrientes los que aportan energía. La zanahoria presenta un contenido en carbohidratos superior a otras hortalizas. Al tratarse de una raíz, absorbe los nutrientes y los asimila en forma de azúcares (Dansa *et. al.*, 2017).

Por otro lado, la actividad de mejoramiento vegetal es un instrumento esencial para optimizar los resultados de la producción agrícola en términos de cantidad, calidad y diversidad. Es una actividad que se ha desarrollado en forma empírica desde los inicios de la agricultura y, con el avance del conocimiento, se ha convertido en una herramienta imprescindible para el desarrollo de la producción agropecuaria en su conjunto. De esta manera se ven beneficiados los productores, industriales y profesionales dedicados al cultivo y manejo de zanahorias (INTA, 2015).

En Argentina el panorama varietal es pobre ya que no hay empresas privadas que realicen mejoramiento genético. Se importan cultivares o se realiza mejoramiento en sector público (INTA, universidades) (Alessandro, 2019).

Por ello, el avance en la diferenciación de cultivares nacionales aumenta la oferta de variedades con buen desempeño productivo, lo que contribuye a aumentar las exportaciones, a diversificar la oferta dirigida al mercado interno y a atender a las necesidades y problemáticas nutricionales.

Debido a todo lo mencionado, en el presente trabajo de tesis, se buscó evaluar las nuevas variedades de zanahoria desarrolladas por el INTA y su potencial para fines agroindustriales o mercado en fresco. El instituto trabaja actualmente en un plan de mejoramiento genético para mejorar características de rendimiento (tamaño, peso, disminución de descartes) y calidad (color, sabor, disminución del xilema, contenido de  $\beta$  carotenos, contenido de sólidos).

#### **4. OBJETIVOS**

##### **4.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Caracterizar y evaluar la calidad físico-química de las variedades de zanahoria Coral INTA, L2, 133 y 134 obtenidas por mejoramiento clásico y determinar cuál es el destino más conveniente para éstas.

##### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer las características físico-químicas de las 4 variedades mejoradas de zanahoria.
- Comparar las distintas variedades de acuerdo con sus características físico-químicas y establecer si hay diferencias significativas entre ellas.
- Evaluar las características físico-químicas de las variedades y su potencial comportamiento para fines agroindustriales o mercado en fresco.

## **5. HIPÓTESIS**

- Existe una diferencia estadísticamente significativa entre las 4 variedades de zanahoria obtenidas por mejoramiento clásico, respecto a sus características físico-químicas: sólidos solubles y totales, azúcares reductores,  $\beta$ -caroteno, rendimiento en jugo, rendimiento de la raíz.
- Las variedades tienen potencial para fines agroindustriales.

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1. MATERIAL VEGETAL**

Se estudiaron 4 variedades de zanahorias mejoradas de polinización abierta:

- 1504: Coral INTA (cultivar bienal tipo flakkee, inscripto en 2018)
- 1505: Material mejoramiento avanzado L2 (bienal, tipo flakkee, seleccionado por color y sólidos)
- 1506: Material mejoramiento avanzado 133 (bienal, tipo nantesa, origen: mezcla cultivar comercial y líneas alto sólido)
- 1507: Material mejoramiento avanzado 134 (bienal, tipo nantesa, origen: mezcla líneas alto sólido y color)

La cosecha se realizó el 30 de mayo de 2019, donde se tomaron al azar de una superficie sembrada 120 zanahorias en total, 30 de cada variedad. Las mismas fueron obtenidas como parte del proyecto "Mejoramiento genético de especies hortícolas de uso intensivo" en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del INTA La Consulta, Mendoza, donde se utilizó como método de mejoramiento la selección recurrente fenotípica (mejoramiento clásico). Las características a mejorar fueron rendimiento (tamaño, peso, forma, disminución de descartes) y calidad (color,  $\beta$ caroteno, sabor, contenidos de sólidos).

### **6.2. DETERMINACIONES ANALÍTICAS**

Una vez recepcionadas en el laboratorio, se clasificaron por variedad y cada una se dividió en tres grupos de 10 zanahorias (A, B y C) para realizar los análisis físico-químicos por triplicado. Los mismos se llevaron a cabo en el laboratorio central de la Facultad de Ciencias Agrarias.



*Figura 8. Muestras de zanahoria Coral INTA preparadas para caracterización físico química.*

A continuación, se explican de forma resumida las determinaciones, las cuales se pueden ver detalladas en el Anexo.

### **6.2.1. Acondicionamiento de las muestras**

Se tomaron 3 zanahorias de cada grupo (9 en total de cada variedad) para analizar el rendimiento de la raíz y luego se utilizó un extractor de jugo y se midió el rendimiento en jugo para cada uno.

Las 7 restantes de cada grupo se trocearon. Se tomó una parte para realizar la determinación de sólidos totales y lo demás se colocó en vasos de plástico y se licuó. Luego, el jugo obtenido filtrado a través de una muselina fue usado para determinar beta-carotenos, azúcares reductores y sólidos solubles.

### **6.2.2. Análisis físico-químicos**

A continuación, se explican brevemente los métodos utilizados para las determinaciones físico-químicas realizadas (Ver Anexo).

- Sólidos solubles (°Brix) a 20°C: mediante lectura en refractómetro de mano (previamente calibrado), y corrección por temperatura en caso de ser necesario. (Guinle, 2016)
- Sólidos totales (g%g): se troceó la muestra y secó en estufa a 100°C por 3 horas. Luego se dejó enfriar en desecador y se pesaron. (Guinle, 2016)



Figura 9 y 10. Balanza y horno de secado para determinación de sólidos totales.

- Beta carotenos: mediante extracción con solventes y cuantificación en espectrofotómetro de absorción a 450 nm, expresado en ppm. (Guinle, 2016)



Figura 11. Determinación de  $\beta$ caroteno en zanahorias.

- Azúcares reductores directos: por método de Fehling Causse Bonnans (FCB) expresado en g%ml. Este método se basa en que, a temperatura de ebullición, los azúcares de función aldehídica y cetónica, reducen las soluciones cúpricas fuertemente alcalinas. (Guinle, 2016).

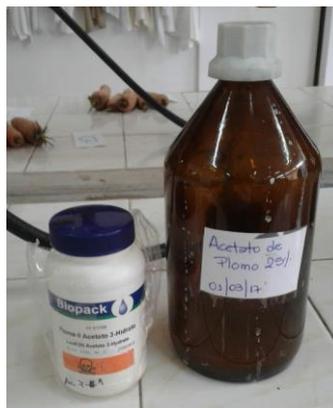


Figura 12. Reactivos utilizados en la determinación de azúcares reductores.

- Rendimiento en jugo: se obtuvo el jugo de las zanahorias utilizando un extractor y posteriormente se midió la cantidad resultante en una probeta de 250 mililitros. Se hizo el cálculo expresando el resultado en mililitros de jugo por kilogramo de zanahoria. (Catalán, 2011)



*Figura 13 y 14. Extracción y medición de jugo obtenido de las zanahorias.*

- Rendimiento de la raíz: se midió en cada raíz la longitud (mm), desde los hombros hasta la punta sin incluir la “cola de ratón”, con un escalímetro con aproximación de 1mm; el diámetro (mm) a la altura de los hombros y el peso (g) individual con balanza digital.



*Figura 15. Medición de longitud en zanahorias.*

### 6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

De todas las variables analizadas se llevó a cabo la determinación de los valores medios, así como de la desviación estándar que mide cuánto se alejan, en promedio, los datos del valor medio.

Los datos obtenidos de las muestras estudiadas fueron sometidos a un análisis estadístico ADEVA para identificar las diferencias significativas entre los valores medios de las variables con respecto a un determinado atributo físico-químico con un nivel de significancia de 0,05. Dicho análisis se realizó mediante el software INFOSTAT, donde se utilizó el test de Duncan para comparar los promedios obtenidos y determinar si hay diferencias entre las medias y cuáles son las diferentes.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos para la caracterización físico-química de las variedades de zanahorias evaluadas, presentando luego, cada determinación, sus resultados y discusión de los mismos.

Tabla 4. Valores medios, desviación estándar y análisis de varianza de los parámetros físico-químicos en las variedades Coral INTA, L2, 133 y 134.

Variedad	Variable				
	S. S. (°Brix)	S.T. (g%g)	β caroteno (ppm)	Az. Red. (g%ml)	Rend. Jugo (ml/kg)
Coral INTA	11,07 ± 1,01 <sup>a</sup>	14,97 ± 0,85 <sup>a</sup>	268,06 ± 49,26 <sup>b</sup>	3,84 ± 0,08 <sup>bc</sup>	445,41 ± 12,68 <sup>a</sup>
L2	10,83 ± 0,35 <sup>a</sup>	14,20 ± 1,08 <sup>a</sup>	346,07 ± 138,65 <sup>ab</sup>	4,09 ± 0,49 <sup>c</sup>	477,71 ± 30,05 <sup>a</sup>
133	11,37 ± 1,06 <sup>a</sup>	15,24 ± 0,90 <sup>a</sup>	371,43 ± 143,32 <sup>ab</sup>	3,44 ± 0,35 <sup>ab</sup>	455,75 ± 10,01 <sup>a</sup>
134	11,63 ± 0,78 <sup>a</sup>	15,46 ± 1,16 <sup>a</sup>	460,00 ± 120,00 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,08 <sup>a</sup>	449,21 ± 84,55 <sup>a</sup>
ADEVA (1)	NDS	NDS	***	***	NDS

(1) Análisis de varianza, \*\*\*Diferencias Significativas  $p < 0,05$  y NDS No Diferencias Significativas. Valores con distinta letra, dentro de una misma columna, indican diferencias significativas.

Tabla 5. Valores medios, desviación estándar y análisis de varianza del rendimiento de la raíz en las variedades Coral INTA, L2, 133 y 134.

Variedad	Variable		
	Longitud raíz (mm)	Diámetro del hombro (mm)	Peso unitario (g)
Coral INTA	165,67 ± 11,38 <sup>b</sup>	32,00 ± 5,10 <sup>ab</sup>	95,02 ± 21,25 <sup>b</sup>
L2	183,78 ± 14,02 <sup>a</sup>	36,33 ± 5,05 <sup>a</sup>	122,36 ± 32,98 <sup>a</sup>
133	166,78 ± 14,02 <sup>b</sup>	30,22 ± 5,17 <sup>b</sup>	80,36 ± 26,85 <sup>bc</sup>
134	146,22 ± 16,48 <sup>c</sup>	28,44 ± 6,06 <sup>b</sup>	65,91 ± 14,44 <sup>c</sup>
ADEVA (1)	***	***	***

(1) Análisis de varianza, \*\*\*Diferencias Significativas  $p < 0,05$  y NDS No Diferencias Significativas. Valores con distinta letra, dentro de una misma columna, indican diferencias significativas.

### 7.1.1. Sólidos solubles y totales

Los resultados obtenidos en la determinación de sólidos solubles y totales son presentados en la siguiente tabla (ver anexo) y gráfico (figura 17).

Tabla 6. Resultados y valores promedios de sólidos solubles (°brix) y porcentaje de sólidos totales obtenidos en las variedades evaluadas.

Variedad	Muestra	Sólidos solubles (°Brix)	Promedio sólidos solubles (°Brix)	Sólidos totales (g%g)	Promedio sólidos totales (g%g)
Coral INTA	A	11,20	11,07	14,60	14,97
	B	10,00		14,37	
	C	12,00		15,94	
L2	A	10,80	10,83	13,15	14,20
	B	11,20		15,31	
	C	10,50		14,14	
133	A	10,40	11,37	14,37	15,24
	B	12,50		16,17	
	C	11,20		15,17	
134	A	11,00	11,63	14,77	15,46
	B	12,50		16,80	
	C	11,40		14,80	

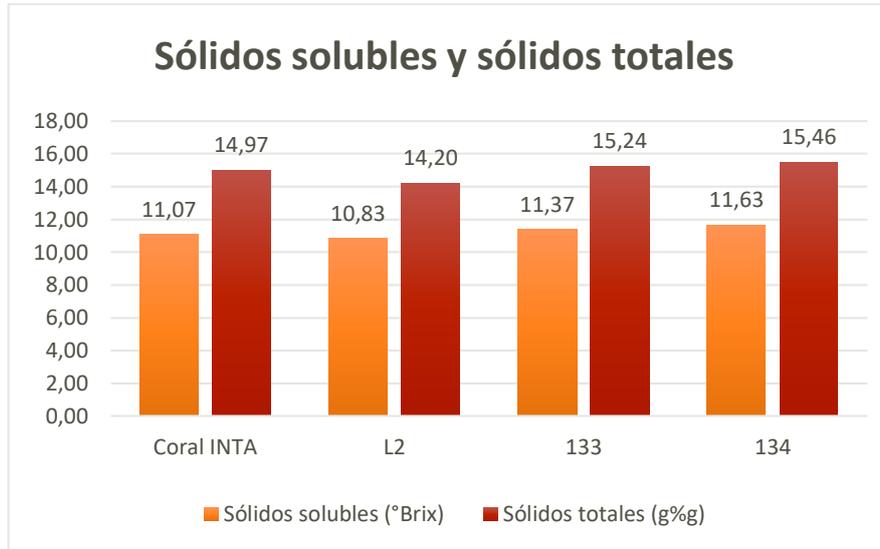


Figura 16. Contenido promedio de sólidos solubles (°brix) y totales (g/g) en las 4 variedades de zanahoria evaluadas.

Como se puede observar el contenido promedio de sólidos solubles ronda entre los 10 y 12° brix, es decir, que se encuentra dentro de los valores normales citados en la bibliografía (7 a 14°brix). Como se mencionó anteriormente, valores mayores a 8° brix son deseables, por lo tanto, todas cumplen con esta condición. En el caso de los sólidos totales también se obtuvieron valores satisfactorios, donde las cuatro variedades superaron el 11% (valor normal de una zanahoria no mejorada).

Estos valores nos muestran que estas zanahorias resultarían útiles para la industria del deshidratado por su alto contenido de sólidos totales lo que se traduciría en un elevado rendimiento y menor gasto de energía, así como para el mercado en fresco y enlatado, influyendo en su sabor y permitiendo una mayor aceptación.

El ADEVA indica que las medias son estadísticamente iguales (p-valor mayor al nivel de significancia de 0,05), es decir que no hay diferencias significativas entre variedades tanto en el contenido de sólidos solubles como sólidos totales (ver anexo).

### 7.1.2. Beta carotenos

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 7. Resultados obtenidos en la determinación de  $\beta$ -carotenos (ppm) y valores promedios de las 4 variedades.

Variedad	Muestra y repetición	$\beta$ caroteno (ppm)	Promedio $\beta$ caroteno (ppm)	Variedad	Muestra y repetición	$\beta$ caroteno (ppm)	Promedio $\beta$ caroteno (ppm)
Coral INTA	A1	212,5	268,06	133	A1	680,0	371,43
	A2	212,5			A2	-	
	A3	212,5			A3	-	
	B1	275,0			B1	275,0	
	B2	250,0			B2	275,0	
	B3	275,0			B3	275,0	
	C1	325,0			C1	365,0	
	C2	325,0			C2	365,0	
	C3	325,0			C3	365,0	
L2	A1	212,5	346,07	134	A1	500,0	460,00
	A2	235,0			A2	500,0	
	A3	-			A3	-	
	B1	620,0			B1	620,0	
	B2	425,0			B2	580,0	
	B3	-			B3	-	
	C1	310,0			C1	340,0	
	C2	310,0			C2	340,0	
	C3	310,0			C3	340,0	

En el caso del contenido de  $\beta$ -carotenos, una de las variables más importantes y característica de estas raíces, se encontraron diferencias significativas entre la variedad 134 y Coral INTA conforme al test de Duncan (ver anexo).

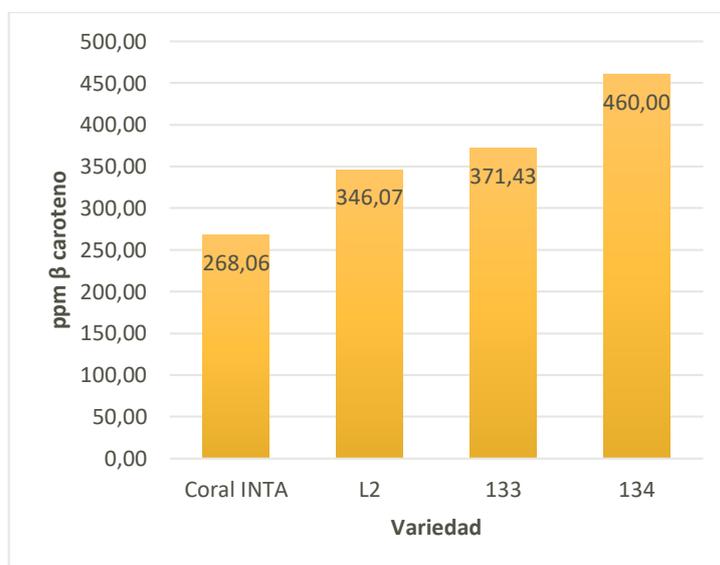


Figura 17. Gráfico de barras mostrando la distribución de los valores promedios de la concentración de  $\beta$ -carotenos (ppm) en las variedades evaluadas.

Con el gráfico de box-plot (figura 19), podemos ver con mayor claridad el comportamiento de cada variedad con respecto al contenido de  $\beta$ -carotenos. Los bigotes de cada caja nos indican la dispersión (desviación estándar) de las mediciones con respecto al valor medio obtenido para cada variedad (graficado con una X en cada caja), también cuáles fueron los valores mínimos y máximos.

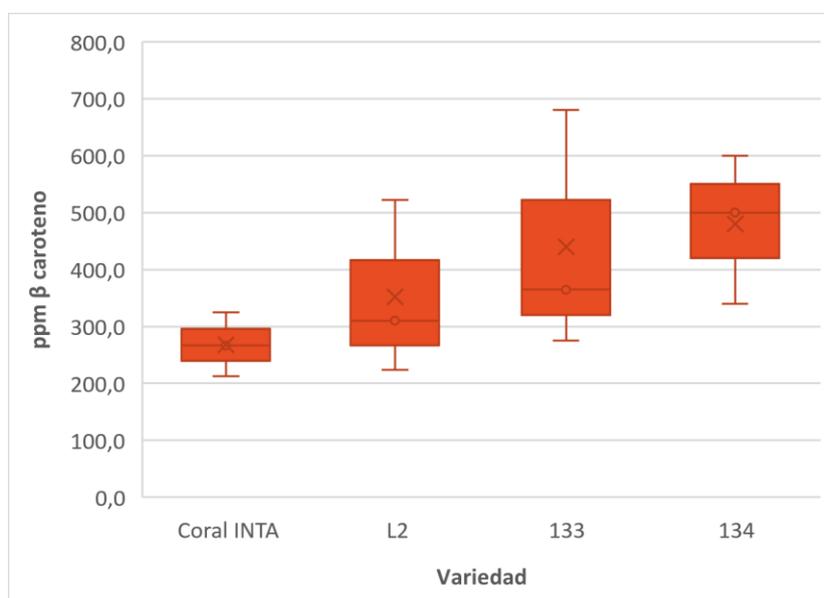


Figura 18. Gráfico de box-plot mostrando la distribución de los valores promedios de la concentración de  $\beta$ -carotenos en cada variedad.

Como se puede apreciar los valores poseen una alta variabilidad, principalmente la variedad 133, donde se obtuvieron valores desde 275 hasta 680 ppm. Mientras que para la 134 nos da en promedio un contenido mayor de  $\beta$  carotenos con un poco menos de variabilidad y esto tiene sentido ya que para obtener esta variedad se mezclaron líneas con color intenso y alto contenido de sólido. Coral INTA tiene poca variabilidad siendo ésta la que obtuvo menor contenido en promedio.

La desviación estándar en cada variedad nos muestra la gran variación que existe en los datos obtenidos (ver tabla 4 y anexo). Sin embargo, en su totalidad, los valores son mayores a 200 ppm lo cual nos indica que tienen un contenido mayor a una zanahoria tradicional (80-100 ppm). Por lo tanto, las cuatro variedades constituyen un aporte significativo en términos de nutrición.

### 7.1.3. Azúcares reductores

La siguiente tabla contiene los resultados obtenidos para la determinación de azúcares reductores directos.

Tabla 7. Resultados del porcentaje de azúcares reductores y valores promedios obtenidos en las 4 variedades.

Variedad	Muestra	Az. Reductores (g%ml)	Promedio az. Reductores (g%ml)
Coral INTA	A	3,80	3,84
	B	3,94	
	C	3,80	
L2	A	3,82	4,09
	B	4,66	
	C	3,80	
133	A	3,84	3,44
	B	3,29	
	C	3,19	
134	A	3,11	3,16
	B	3,11	
	C	3,25	

Como se puede ver en el gráfico 20 la variedad 134 fue la que presentó menor porcentaje de azúcares reductores, mientras que en la L2 se obtuvo un porcentaje mayor. De acuerdo con test de Duncan (ver anexo), se encontraron diferencias significativas entre las variedades L2-134; L2-133, y Coral INTA-134.

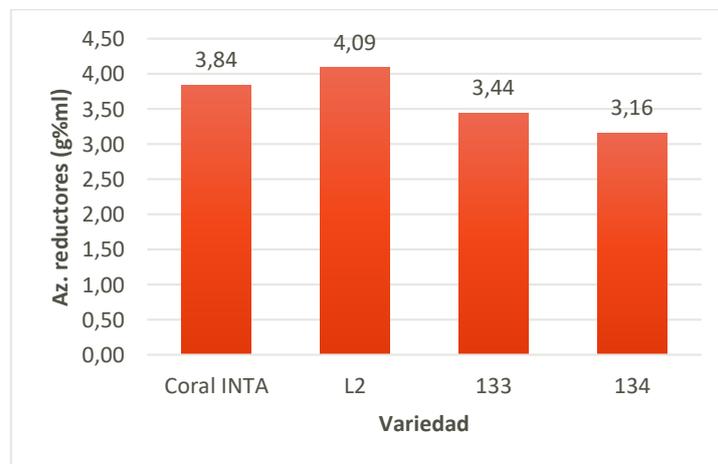


Figura 19. Gráfico de barras representando la distribución de los valores promedio de azúcares reductores determinados para cada variedad.

Los datos obtenidos en las 4 variedades concuerdan con lo citado en la bibliografía (1,67- 3.35%), es decir, que tienen un contenido de azúcares

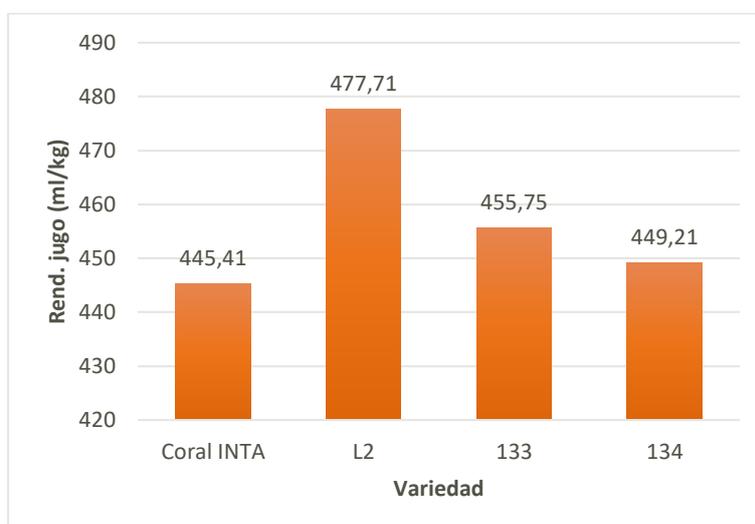
reductores similar a una zanahoria tradicional y hasta un poco mayor, en el caso de la variedad L2. Esto es favorable para su consumo en fresco ya que nos indica que tiene un importante porcentaje de glucosa y fructosa, lo que se traduce en un sabor más dulce.

#### 7.1.4. Rendimiento en jugo

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la determinación del rendimiento en jugo.

*Tabla 8. Resultados obtenidos en la determinación de rendimiento en jugo para las 4 variedades evaluadas y sus valores promedios.*

Variedad	Muestra	Rendimiento en jugo (ml/kg)	Promedio rendimiento en jugo (ml/kg)
Coral INTA	A	452,96	445,41
	B	452,49	
	C	430,77	
L2	A	445,60	477,71
	B	482,38	
	C	505,15	
133	A	445,21	455,75
	B	465,12	
	C	456,93	
134	A	486,77	449,21
	B	508,47	
	C	352,38	



*Figura 20. Gráfico de barras representando la distribución de los valores promedio del rendimiento en jugo determinados para cada variedad.*

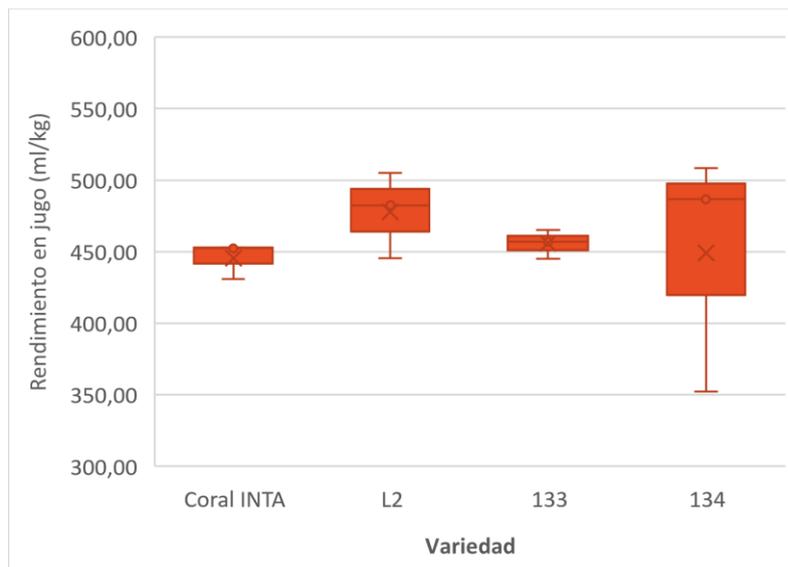


Figura 21. Gráfico de box-plot mostrando la distribución de los valores promedio del rendimiento en jugo para las cuatro variedades evaluadas.

La variedad *L2* produjo un mayor volumen de jugo respecto a las demás variedades, dando un promedio de 477,71 mililitros por kg de zanahoria. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas. En el caso de la variedad *134* se obtuvieron datos muy variados como se puede observar en la figura 22, donde los valores van desde 352,38 a 508,47 ml/kg. Convirtiendo los valores obtenidos en litros por tonelada, se encontrarían dentro del rango de rendimiento promedio mencionado por la bibliografía (350 a 670 L/tn), por ejemplo, *Coral INTA* siendo la que obtuvo menores valores, pero menor variabilidad en sus resultados, produciría unos 445,41 L/tn. Sin embargo, para hacer una estimación de este grado se debería contar con un tamaño muestral mayor para sacar conclusiones más acertadas.

#### 7.1.5. Rendimiento de la raíz

En la siguiente tabla y gráfico se presentan los resultados obtenidos en la determinación del rendimiento de la raíz (ver anexo).

Tabla 9. Resultados obtenidos en la determinación de longitud, diámetro y peso para las 4 variedades evaluadas y sus valores promedios.

Variedad	Muestra	Longitud (mm)	Promedio longitud (mm)	Diámetro de hombros (mm)	Promedio diámetro de hombros (mm)	Peso unitario (g)	Promedio peso unitario (g)
Coral INTA	A	167,33	165,67	33,67	32,00	98,71	95,02
	B	163,67		29,00		90,90	
	C	166,00		33,33		95,46	
L2	A	189,33	183,78	37,67	36,34	146,04	122,36
	B	177,33		35,67		101,17	
	C	184,67		35,67		119,87	
133	A	162,33	166,78	29,67	30,22	87,40	80,36
	B	163,00		29,67		65,69	
	C	175,00		31,33		88,00	
134	A	152,33	146,22	27,67	28,44	63,12	65,91
	B	150,00		29,33		71,71	
	C	136,33		28,33		62,88	

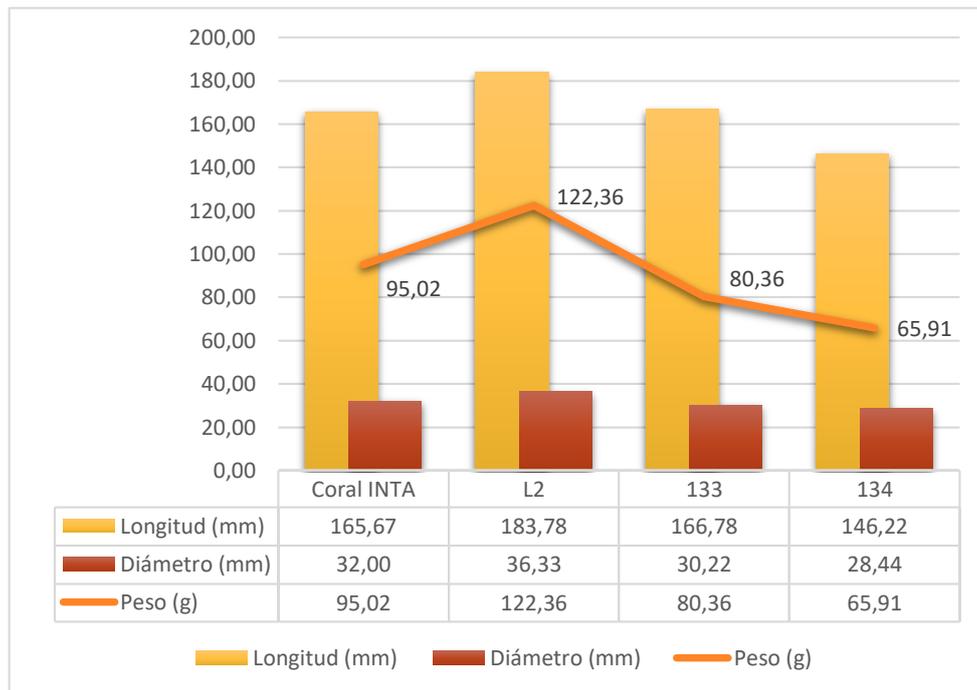


Figura 22. Gráficos de barras y líneas para la longitud, diámetro del hombro y el peso unitario de las cuatro variedades evaluadas.

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se encontró que L2 es significativamente diferente a las demás variedades en longitud, también lo son la variedad 133 y Coral INTA respecto a la 134 (ver anexo).

En relación con el diámetro, el test de Duncan reveló que *L2* es significativamente diferente de las variedades *133* y *134*, siendo ésta última en la que se obtuvo menor valor.

Estos resultados nos dan una noción de la forma de la raíz característica de estas variedades. En el caso la variedad *L2* se caracterizaría por tener hombros más anchos y mayor longitud respecto a las otras variedades. En cambio, la variedad *134* tiene hombros más angostos y menor longitud.

En el caso del peso unitario también se encontraron diferencias significativas entre *L2* y las demás variedades, y entre *Coral INTA* y *134*, donde *L2* fue la que pesó más y demostró mayor diferencia respecto a las otras.

Los resultados obtenidos en cuanto al peso son razonables ya que las variedades con mayor longitud y diámetro pesaron más, como es el caso de *L2*, igual que para *134* que al tener menor longitud y diámetro se obtuvieron valores inferiores. Por lo tanto, podemos decir que la variedad *L2* tiene un mayor rendimiento en tamaño y peso, lo cual coincide con la bibliografía ya que se considera a las variedades flakkee como zanahorias de alto rendimiento.

## 8. **CONCLUSIONES**

- No existen diferencias significativas entre las variedades respecto a su contenido de sólidos solubles, sólidos totales y rendimiento en jugo.
- Existen diferencias significativas entre las variedades respecto a su contenido de azúcares reductores y  $\beta$  carotenos.
- Existen diferencias significativas entre las variedades respecto a su longitud, diámetro, peso. Siendo la variedad *L2* la que tuvo un mayor rendimiento en raíz.
- Los valores obtenidos nos muestran que estas zanahorias resultarían útiles para la industria del deshidratado por su alto contenido de sólidos totales (mayor al de una zanahoria tradicional) lo que se traduciría en un elevado rendimiento y menor gasto de energía; así como para el mercado en fresco y enlatado, por su contenido en sólidos solubles y azúcares reductores, influyendo en su sabor y permitiendo una mayor aceptación.
- Los valores obtenidos de beta caroteno son satisfactorios ya que son mayores a 200 ppm, es decir, mayor a una zanahoria tradicional. Por lo tanto, constituyen un aporte significativo para la nutrición.
- Las variedades *133* y *134* son las que demostraron mejores características en cuanto al contenido de  $\beta$  carotenos, sólidos solubles, totales; mientras que *L2* obtuvo mejores resultados respecto al contenido de azúcares reductores, rendimiento en jugo y rendimiento de la raíz.
- En general, podemos decir que las 4 variedades poseen una buena calidad nutricional (% azúcares y provitamina A) y tecnológica (% sólidos). Respecto a la calidad sensorial, el contenido de azúcares y sólidos solubles nos da un indicio de que puede tener buen sabor, pero para poder sacar conclusiones más acertadas se debe realizar un análisis sensorial.

## 9. **BIBLIOGRAFÍA**

ALASALVAR C., AL-FARSI M., QUANTICK P.C., SHAHIDI F., WIKTOROWICZ R. 2005. *Effect of chill storage and MAP on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots*. Food Chem. 89: 69-76. Citado en: GAJEWSKI, M.; SZYMCZAK, P.; ELKNER, K.; DABROWSKA, A. y DANILCENKO, H. 2007. *Some aspects of nutritive and biological value of carrot cultivars with orange, yellow and purple-coloured roots*. Vegetable Crops Reseach Bulletin 2007 Vol. 67 pp. 150 p. [en línea] Disponible en: <https://www.sciendo.com/pdf/10.2478/v10032-007-0039-z> [Consulta: 12 de julio 2021]

ALESSANDRO, M.S. y GABRIEL, E.L. 2011. Panorama varietal del cultivo de zanahoria en Argentina. Horticultura Argentina 30 (72): 14-19. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA La Consulta, Mendoza, Argentina. [en línea] Disponible en: [www.horticulturamar.com.ar](http://www.horticulturamar.com.ar)

ALESSANDRO, M. 2012. *Mejoramiento genético en zanahoria*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA La Consulta, Mendoza, Argentina. [en línea] Disponible en: [https://issuu.com/valdezjg/docs/mejoramiento\\_zanahoria\\_industria](https://issuu.com/valdezjg/docs/mejoramiento_zanahoria_industria) [Consulta: 10 de febrero 2022]

ALESSANDRO, M. 2019. *Mejoramiento genético de la zanahoria*. XVII Congreso Latinoamericano de Genética (ALAG). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA La Consulta, Mendoza, Argentina. [en línea] Disponible en: <https://sag.org.ar/jbag/wp-content/uploads/2020/05/Alessandro.pdf>

ÁVILA, G.T.; BOETTO, M.N.; QUATTRINI, M.M. Y QUATTRINI, L. 2010. *Pérdidas de calidad en postcosecha de zanahorias (Daucus carota L.) procesadas en lavadero del Cinturón Verde de Córdoba*. Horticultura Argentina 29 (69): May.-Ago. 2010. [en línea] Disponible en: <http://www.horticulturamar.com.ar>

BADUI, S. 2006. *Química de los alimentos*. Cuarta edición, Editorial Pearson, México. p 412

BADUI, S. 2012. *La ciencia de los alimentos en la práctica*. Primera edición, Editorial Pearson, México. p 38,204.

BENTSOON, B. 1984. *Vegetable quality in the processing industry*. Quality of Vegetables; Acta Horticulturae 163: 151-157. Citado en: GAVIOLA, S. 1996. *Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas*. Avances en Horticultura. Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, Mendoza, Argentina. [en línea] Disponible en: [http://www.horticulturamar.com.ar/bajar.php?archivo=1996\\*96-gaviola.pdf&](http://www.horticulturamar.com.ar/bajar.php?archivo=1996*96-gaviola.pdf&)

BERNICE, K.; MERRILL, A. 1975. *Composition of foods*. Agricultura Handbook N° 8. Washington, D.C. United States Department of Agricultura. 183 p.

BIASUTTI, C. 2017. *Métodos de mejoramiento en plantas alógamas*. Cátedra Mejoramiento Genético Vegetal. F.C.A. – Universidad Nacional de Córdoba. [en línea] Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~mejogeve/PobAlogamas2017.pdf> [Consulta: 1 de abril 2021].

BORJA, P., VIDAL, M. 2007. *Elaboración de jugo, pasta y polvo de zanahoria*. Escuela Politécnica Nacional. Escuela de Ciencias. Quito, Ecuador. [en línea] Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2725> [Consulta: 20 de agosto 2021]

CATALÁN, V. 2011. *Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de Zanahoria (Daucus carota L.) en Valdivia*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 15, 19. [en línea] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/far789e/doc/far789e.pdf> [Consulta 3 de abril 2021]

CHAVEZ, A. 1985. *Principios de mejoramiento de plantas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Memoria del curso sobre manejo de recursos genéticos en frutales nativos de la selva baja. Serie de Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 349. Lima, Perú. 43 p. [en línea] Disponible en: <https://books.google.com.ar/books?id=7bR0LO0rdMC&pg=PA43&dq=Mejoramiento+de+las+plantas&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwim7fed16LhAhUAH7kGHZb2Az0Q6AEIUzAJ#v=onepage&q&f=false> [Consulta: 6 de agosto 2021]

DANSA, A., BOUGARDT, F., NOCERA, P. 2017. *Perfil del mercado de zanahoria*. Ministerio de Agroindustria de la Nación, Argentina. p. 2-6. [en línea] Disponible en: [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/hortalizas/index.php](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/index.php) [Consulta: 18 de julio 2021]

EBNER, E., PAULINA, B. 1995. *Efecto del nitrógeno y momento de cosecha sobre aspectos de calidad y rendimientos de zanahoria (Daucus carota L.) en la provincia de Valdivia*. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 90 p. Citado en: CATALÁN, V. 2011. *Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de Zanahoria (Daucus carota L.) en Valdivia*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 15, 19.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2014. *Fichas técnicas: Productos frescos de verduras*. Instructional Manual FAO-PRODAR. 76 p. [en línea] Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-au174s.pdf> [Consulta: 15 de julio 2021]

FRITZ, D. & HABBEN, J. 1970. *Influence of ecological factors, fertilization and agrotechnics on the quality of vegetables for processing*. Proc. of the 18th. International Horticultural Congress. 5:85-101. Citado en: ÁVILA, G.T. et al. 2010. *Pérdidas de calidad en postcosecha de zanahorias (Daucus carota L.) procesadas en lavadero del Cinturón Verde de Córdoba*. Horticultura Argentina 29 (69): May.-Ago. 2010.

FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN (FEN). [en línea] Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/zanahoria.pdf> [Consulta: 9 de julio 2021]

GABRIEL E.L., VENTRERA N., VIGNONI L. 2005. *Evaluación de tratamientos de fumigación postcosecha sobre la calidad de raíces de zanahoria*. Informe Anual de Progresos. INTA. Argentina. p. 225-226.

GALMARINI, C. 2018. *Desafíos y Oportunidades de la Horticultura en Argentina*. Resúmenes de disertaciones: XL Congreso Argentino de Horticultura, Córdoba. Asociación Argentina de Horticultura. Hortaliza Argentina 37 (94). ISSN de la edición on line 1851-9342. p. 285,286. [en línea] Disponible en: <http://www.horticulturaar.com.ar>

GAVIOLA, J. 2013. *Manual de producción de zanahoria*, Ediciones Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria. Mendoza, Argentina. p. 10-35. [en línea] Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_prlogo\\_e\\_ndice.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_prlogo_e_ndice.pdf)

GUIMARAES, E. 1997. *Selección recurrente en arroz*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Colombia. 46 p. [en línea] Disponible en: <https://books.google.com.ar/books?id=Q7fmr5YPcKkC&printsec=frontcover&dq=Selecci%C3%B3n+recurrente+en+arroz&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjSjpbT2b7jAhW5IrkGHXdwBeIQ6AEIKTAA#v=onepage&q=Selecci%C3%B3n%20recurrente%20en%20arroz&f=false>

GUINLE, V. 2016. *Poscosecha de frutas y hortalizas frescas*. Catedra de Bromatología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Nacional de Cuyo.

INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE), 2021. *Catálogo Nacional de Cultivares* [en línea] Disponible en: <https://gestion.inase.gob.ar/consultaGestion/gestiones>

INFOALIMENTOS Consejo Argentino sobre Seguridad de Alimentos y Nutrición. 2019. *Zanahorias: una historia de radares, reyes holandeses y vitamina A*. [en línea] Disponible en: <http://infoalimentos.org.ar/temas/nutricion-y-estilos-de-vida/392-zanahorias-una-historia-de-radares-reyes-holandeses-y-vitamina-a> [Consulta: 23 de julio 2021]

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA), 2015. [en línea] Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/catalogo-online-de-variedades-inta>

INSTITUTO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS (IPGRI) 1998. *Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada (Daucus carota L.)*. Roma, Italia. 1 p. [en línea] Disponible en: [https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/\\_migrated/uploads/tx\\_news/Descriptores\\_de\\_la\\_zanahoria\\_silvestre\\_y\\_cultivada\\_\\_Daucus\\_carota\\_L.\\_\\_18.pdf](https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Descriptores_de_la_zanahoria_silvestre_y_cultivada__Daucus_carota_L.__18.pdf)

KAUR G, JAISWAL SP, BRAR KS, KUMAR JC. 1976. *Physico-chemical characteristics of some important varieties of carrot*. Indian Food Packer. 30:5-8. Citado en: SURBHI S, VERMA RC, DEEPAK R, JAIN HK AND YADAV KK, 2018. *Food, chemical composition and utilization of carrot (Daucus carota L.) pomace*. Department of Processing and Food Engineering, College of Technology and Engineering, Maharana Pratap University of Agriculture and Technology, Udaipur, Rajasthan. India. 2 p. [en línea] Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/328450822\\_A\\_review\\_Food\\_chemical\\_composition\\_and\\_utilization\\_of\\_carrot\\_Daucus\\_carota\\_L\\_pomace](https://www.researchgate.net/publication/328450822_A_review_Food_chemical_composition_and_utilization_of_carrot_Daucus_carota_L_pomace)

KEHR, E. y BORQUES, C. 2010. *La zanahoria como una hortaliza apta para procesamiento agroindustrial*. Tierra Adentro, INIA. Enero-febrero 2010. No. 88, p17-19. Citado en: CATALÁN, V. 2011. *Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de Zanahoria (Daucus carota L.) en Valdivia*. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 15, 19.

KRARUP, A.; ALTAMIRANO, L. y GALLARDO, V. 2000. *Efecto del lugar de cultivo y del momento de cosecha, sobre los rendimientos y parámetros de calidad del jugo producido por seis genotipos de zanahoria*. Agro sur. ene. 2000, vol.28, no.1, p.57-69. Citado en: CATALÁN, V. 2011. *Evaluación del potencial productivo de tres cultivares de*

*Zanahoria (Daucus carota L.) en Valdivia.* Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 15, 19.

LEAL, M.; RODRIGUEZ FANLO, E.; SUÁREZ, M.J. 2017. *Deficiencia de micronutrientes en Argentina.* Departamento de Investigación en Nutrición. Universidad Maimónides. Buenos Aires. [en línea] Disponible en: [https://www.nutrifacts.org/es\\_ES/news/articulos/la-deficiencia-de-micronutrientes-en-argentina--evidencias-actua.html](https://www.nutrifacts.org/es_ES/news/articulos/la-deficiencia-de-micronutrientes-en-argentina--evidencias-actua.html) [Consulta: 21 de junio 2021]

LOPEZ CAMELO, A. 2011. *Gestión de la calidad en zanahoria*, Primera edición Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Ediciones INTA, Argentina. p. 10-27. [en línea] Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-gestion\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_la\\_zanahoria\\_final.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-gestion_de_la_calidad_de_la_zanahoria_final.pdf) [Consulta: 17 de julio 2021]

MAZZA G. 1989. *Quality and Preservation of Vegetables.* Carrots. Eskin N.A. ed. CRC Press, Boca Raton. p: 75-119. Citado en: GAJEWSKI, M. *et al.* 2007. *Some aspects of nutritive and biological value of carrot cultivars with orange, yellow and purple-coloured roots.* Vegetable Crops Reseach Bulletin 2007 Vol. 67 pp. 150 p.

NILSSON T. 1987. *Growth and chemical composition of carrots as influenced by the time of harvest.* J. Agric. Sci. 108: 459-468. Citado en: GAJEWSKI, M. *et al.* 2007. *Some aspects of nutritive and biological value of carrot cultivars with orange, yellow and purple-coloured roots.* Vegetable Crops Reseach Bulletin 2007 Vol. 67 pp. 150 p.

ODORIZZI, A., BASIGALUP, D. 2013. *Mejoramiento genético de la alfalfa.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA Manfredi, Córdoba, Argentina. [en línea] Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_\\_mejoramiento\\_gentico\\_de\\_alfalfa.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta__mejoramiento_gentico_de_alfalfa.pdf) [Consulta: 18 de julio 2021]

PERON, J.Y. & J.M. LEFEBVRE. 1984. *Fertilization and Irrigation in Relation to the Quality of Vegetable.* Quality of Vegetable; Acta Horticulturae 163: 283-294. Citado en: GAVIOLA, S. 1996. *Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas.* Avances en Horticultura. Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, Mendoza, Argentina. [en línea] Disponible en: [http://www.horticulturagar.com.ar/bajar.php?archivo=1996\\*96-gaviola.pdf&](http://www.horticulturagar.com.ar/bajar.php?archivo=1996*96-gaviola.pdf&)

REINA, C. 1997. *Manejo de postcosecha y evaluación de calidad para la zanahoria (Daucus carota L.) que se comercializan en la ciudad de Neiva.* 58 p. [en línea] Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4697/2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20Zanahoria.pdf> [Consulta: 12 de julio 2021]

RESOLUCIÓN SAG N°297 DEL 17/6/83. *Normas de tipificación, empaque y fiscalización de Hortalizas Frescas con destino a mercados de interés nacional.* [en línea] Disponible en: <http://www.senasa.gob.ar/normativas/resolucion-297-1983-ministerio-de-agroindustria>

RODRÍGUEZ J. 2005. *Vida útil de hortalizas: almacenamiento de zanahorias*. Consejo Nacional de Producción (CNP). Boletín Poscosecha N°. 46 p 6.

RUBATZKY, V., QUIRÓS, C., SIMON, P. 1999. *Carrots and related vegetable umbelliferae*. Crop production science in horticultural series; 10. CABI Publ., Nueva York. 287 p.

RUMBAUGH, M. D., J. L. CADDEL and D. E. ROWE. 1988. *Breeding and Quantitative Genetics*. ASA-CSSA-SSSA Agronomy Series 29. Madison, WI, USA, pp. 777-808. Citado en: ODORIZZI, A., BASIGALUP, D. 2013. *Mejoramiento genético de la alfalfa*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA Manfredi, Córdoba, Argentina.

SENSER, F.; SCHERZ, H. 1999. *Tablas de composición de alimentos*. El pequeño Souci-Fachmann-Kraut. Zaragoza. Acribia. 442 p.

SIMON, P. W. 1987. *Genetic improvement of carrots for meeting human nutritional needs*. In: Quebedeaux, B.; Bliss, F. A. (eds). Horticulture and Human Health. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. p. 208-214.

VALENCIA, A. 2017. *Generación de poblaciones élites para la obtención de un nuevo cultivar de cilantro "Coriandrum sativum L" a partir de selección recurrente*. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. 28 p. [en línea] Disponible en: [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59477/2018-Msc\\_Armando\\_Zapata\\_Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59477/2018-Msc_Armando_Zapata_Valencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

# ANEXOS

## 1. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

### 1.1. Determinación de sólidos solubles

1. Calibrar el refractómetro: para ello los prismas deben estar limpios y secos; luego agregar 2 ó 3 gotas de agua destilada sobre el prisma de pulido; enfrentar el aparato a una fuente de luz; el aparato debe dar 0 (cero) en la escala azucarina; de no ser así se debe proceder al calibrado con el tornillo de ajuste.
2. Secar los prismas con papel de filtro.
3. Uniformar la muestra, agitando con varilla de vidrio.
4. Tomar una porción de la muestra preparada, colocarla en una muselina de 20 x 20 cm, envolver las puntas, exprimir y desechar las 2-3 primeras gotas, luego dejar caer las 2-3 siguientes sobre el prisma de pulido.
5. Efectuar la lectura con el refractómetro mantenido a 20°C o realizar la corrección correspondiente.

### 1.2. Determinación de sólidos totales

1. Pesar exactamente, al miligramo, un cristizador de vidrio modelo oficial, de fondo perfectamente plano (de 62 a 65 mm de diámetro, 18 a 20 mm de altura y 1,0 a 1,5 mm de espesor de vidrio)
2. Adicionar aproximadamente 5 gramos de muestra y distribuirla uniformemente sobre el fondo del cristizador mediante una espátula.
3. Pesar nuevamente, al miligramo.
4. Llevar a estufa a 100-105 °C durante 3 horas. Transcurrido ese lapso, retirar y enfriar en desecador.
5. Pesar nuevamente, al miligramo.
6. Relacionar porcentualmente el peso húmedo y el peso seco.

*Tabla 10. Planilla modelo para el cálculo de sólidos totales*

	EXTRACTO SECO (SÓLIDOS TOTALES)						
Muestra N°	Cristaliz. N°	Tara N°	Tara + MH (g)	Tara + MS (g)	MH (g)	Agua pérd. (g)	%S.T.

MH: peso muestra húmeda:.....

MS: peso muestra seca:.....

Cálculo:

$$\text{Sólidos totales} = \frac{g \text{ MH} - g \text{ agua perdida}}{g \text{ de MH}} * 100$$

$$\text{Sólidos totales} = \text{-----} * 100$$

### 1.3. Determinación de azúcares reductores directos - Método de Fehling Causee Bonnans (FCB)

1. Colocar en un matraz aforado de 200 cc. una cantidad de muestra, pesada al miligramo, de acuerdo con la cantidad de azúcares solubles, como para obtener una concentración en la solución final de aproximadamente 0.5 - 1%.
2. Agregar 5 ml de una solución de acetato de plomo al 25%.
3. Dejar decantar el precipitado durante por lo menos 10 minutos y agregar una gota más de acetato de plomo al líquido sobrenadante. Si se forma más precipitado hay que agregar más acetato.
4. Llevar a volumen con agua destilada y filtrar con papel de filtro de poro grueso.
5. Colocar en un erlenmeyer de 250 cc de capacidad, 15 cc del reactivo de FCB y 50 cc de agua.
6. Calentar sobre tela metálica. Cuando comience a hervir agregar el filtrado obtenido en el punto 4, desde una bureta acodada, a razón de 3 gotas por segundo.
7. Titular hasta que el líquido tome una coloración celeste pálida. Suspender el goteo.
8. Agregar 3 gotas de azul de metileno y continuar el goteo, a razón de una gota cada dos segundos, hasta desaparición del color azul, y aparición de mancha amarillo – naranja.

Los 15 ml del reactivo de FCB son reducidos, por 0,041g de azúcar reductor.

$$\text{az reductores (g\%ml)} = \frac{0.041g * 250ml}{ml \text{ muestra} * ml \text{ gasto}} * 100$$

### Soluciones empleadas

1 - Azul de metileno al 1%

2- Reactivo de Fehling Causee Bonnans: las drogas se disuelven en agua por separado y se mezclan en el orden indicado, completando a 1 litro con agua destilada en matraz aforado.

- Tartrato doble de sodio y potasio (sal de Seignette)..... 130 gr
- Hidróxido de sodio puro ..... 110 gr
- Sulfato de cobre .....24 gr
- Ferrocianuro de potasio ..... 16,8 gr

3- Solución de Acetato de plomo al 25 %

#### **1.4. Pigmentos carotenoides (pro-vitamina A)**

1. Calibrar el espectrofotómetro, tomando como patrón de referencia soluciones de concentraciones conocidas de  $\beta$ -Caroteno p.a, en éter de petróleo – éter dietílico. Hacer las lecturas a 450 nm y construir la curva patrón colocando en ordenadas absorbancia y en abscisas, concentración de  $\beta$  - Caroteno.
2. Colocar en una ampolla de decantación de 100 cc, 5 ml de jugo obtenido por filtrado de la muestra a través de muselina.
3. Agregar 1 volumen (5cc) de éter de petróleo, 3 volúmenes (15 cc) de isopropanol y una pizca de ácido ascórbico.
4. Agitar durante 1 minuto y diluir la mezcla con igual volumen de éter dietílico (25 ml).
5. Agregar solución saturada de cloruro de sodio en cantidad suficiente como para formar 2 capas. La superior - éter de petróleo y éter dietílico - contiene todos los carotenoides.
6. Lavar la capa superior alternativamente con agua destilada y solución saturada de cloruro de sodio, hasta que quede libre de alcohol isopropílico; quedará una porción transparente. El último lavado deberá ser hecho con solución de cloruro de sodio.

7. Llenar con el extracto de éter de petróleo y éter dietílico- que contiene los pigmentos carotenoides - la cubeta del espectrofotómetro y medir la absorbancia a 450 nm.
8. Utilizar la curva de calibrado para obtener la concentración de pigmentos carotenoides, en base a la absorbancia leída en el espectrofotómetro.
9. Considerar la dilución realizada y expresar el resultado convenientemente.

## 2. RESULTADOS

### 2.1. Sólidos totales

*Tabla 11. Resultados obtenidos en la determinación de sólidos totales.*

Variedad	Muestra	Tara cristalizador (gr)	Tara+MH (gr)	Tara+MS (gr)	MH (gr)	MS (gr)	Agua perdida (gr)	%ST
<b>Coral INTA</b>	A	67,80	72,80	68,53	5,00	0,73	4,27	<b>14,60</b>
	B	79,61	84,62	80,33	5,01	0,72	4,29	<b>14,37</b>
	C	84,66	89,68	85,46	5,02	0,80	4,22	<b>15,94</b>
<b>L2</b>	A	73,90	78,92	74,56	5,02	0,66	4,36	<b>13,15</b>
	B	90,16	95,19	90,93	5,03	0,77	4,26	<b>15,31</b>
	C	77,73	82,75	78,44	5,02	0,71	4,31	<b>14,14</b>
<b>133</b>	A	66,69	71,70	67,41	5,01	0,72	4,29	<b>14,37</b>
	B	78,30	83,31	79,11	5,01	0,81	4,20	<b>16,17</b>
	C	74,85	79,86	75,61	5,01	0,76	4,25	<b>15,17</b>
<b>134</b>	A	79,87	84,88	80,61	5,01	0,74	4,27	<b>14,77</b>
	B	72,92	77,92	73,76	5,00	0,84	4,16	<b>16,80</b>
	C	85,07	90,07	85,81	5,00	0,74	4,26	<b>14,80</b>

## 2.2. Beta carotenos

Tabla 12. Resultados obtenidos y cálculos para la determinación de  $\beta$  carotenos.

Variedad	Muestra y repetición	Absorbancia (450nm)	Conversión mg% $\beta$ caroteno (Curva patrón)	Cálculo de dilución (mg%/ml)	Contenido de $\beta$ caroteno (ppm)
Coral INTA	A1	1,1	0,425	21,25	212,5
	A2	1,1	0,425	21,25	212,5
	A3	1,1	0,425	21,25	212,5
	B1	1,4	0,550	27,50	275,0
	B2	1,3	0,500	25,00	250,0
	B3	1,4	0,550	27,50	275,0
	C1	1,7	0,650	32,50	325,0
	C2	1,7	0,650	32,50	325,0
	C3	1,7	0,650	32,50	325,0
L2	A1	1,1	0,425	21,25	212,5
	A2	1,2	0,470	23,50	235,0
	A3	s/lectura	-	-	-
	B1	1,6	0,620	62,00	620,0
	B2	1,1	0,425	42,50	425,0
	B3	s/lectura	-	-	-
	C1	1,6	0,620	31,00	310,0
	C2	1,6	0,620	31,00	310,0
	C3	1,6	0,620	31,00	310,0
133	A1	1,8	0,680	68,00	680,0
	A2	s/lectura	-	-	-
	A3	s/lectura	-	-	-
	B1	1,4	0,550	27,50	275,0
	B2	1,4	0,550	27,50	275,0
	B3	1,4	0,550	27,50	275,0
	C1	1,9	0,730	36,50	365,0
	C2	1,9	0,730	36,50	365,0
	C3	1,9	0,730	36,50	365,0
134	A1	1,3	0,500	50,00	500,0
	A2	1,3	0,500	50,00	500,0
	A3	s/lectura	-	-	-
	B1	1,6	0,620	62,00	620,0
	B2	1,5	0,580	58,00	580,0
	B3	s/lectura	-	-	-
	C1	1,8	0,680	34,00	340,0
	C2	1,8	0,680	34,00	340,0
	C3	1,8	0,680	34,00	340,0

### 2.3. Rendimiento de la raíz

Tabla 13. Resultados obtenidos en la determinación de longitud, diámetro y peso para las cuatro variedades evaluadas.

Variedad	Muestra	Longitud (mm)	Diámetro de hombros (mm)	Peso unitario (g)	Variedad	Muestra	Longitud (mm)	Diámetro de hombros (mm)	Peso unitario (g)
Coral INTA	A1	178	39	126,69	133	A1	180	36	129,78
	A2	165	25	81,63		A2	155	31	74,19
	A3	159	37	87,81		A3	152	22	58,24
	B1	160	32	119,51		B1	171	30	75,56
	B2	156	29	57,64		B2	175	33	69,17
	B3	175	26	95,55		B3	143	26	52,33
	C1	185	32	81,76		C1	168	34	97,79
	C2	150	38	95,28		C2	171	24	55,32
	C3	163	30	109,34		C3	186	36	110,88
L2	A1	181	33	108,97	134	A1	146	25	50,91
	A2	202	40	170,42		A2	166	23	57,65
	A3	185	40	158,73		A3	145	35	80,81
	B1	185	35	103,16		B1	130	32	46,93
	B2	180	43	116,31		B2	178	25	82,57
	B3	167	29	84,04		B3	142	31	85,64
	C1	162	31	99,87		C1	125	39	70,86
	C2	187	34	95,24		C2	141	25	57,50
	C3	205	42	164,49		C3	143	21	60,29

## 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 3.1. Análisis de varianza de sólidos solubles (°Brix)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sólidos solubles (°Brix)	12	0,16	0,00	7,54

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,10	3	0,37	0,51	0,6863
Variedad	1,10	3	0,37	0,51	0,6863
Error	5,73	8	0,72		
Total	6,82	11			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,7158 gl: 8

Variedad	Medias	n	E.E.	
134	11,63	3	0,49	A
133	11,37	3	0,49	A
Coral INTA	11,07	3	0,49	A
L2	10,83	3	0,49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**3.2. Análisis de varianza de sólidos totales (g%g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sólidos totales (g%g)	12	0,25	0,00	6,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,70	3	0,90	0,89	0,4873
Variedad	2,70	3	0,90	0,89	0,4873
Error	8,11	8	1,01		
Total	10,81	11			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 1,0119 gl: 8

Variedad	Medias	n	E.E.	
134	15,46	3	0,58	A
133	15,24	3	0,58	A
Coral INTA	14,97	3	0,58	A
L2	14,20	3	0,58	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**3.3. Análisis de varianza de beta carotenos (ppm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
B caroteno (ppm)	30	0,30	0,22	32,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147655,52	3	49218,51	3,72	0,0239
Variedad	147655,52	3	49218,51	3,72	0,0239
Error	344393,65	26	13245,91		
Total	492049,17	29			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 13245,9096 gl: 26

Variedad	Medias	n	E.E.	
134	460,00	7	43,50	A
133	371,43	7	43,50	A
L2	346,07	7	43,50	A
Coral INTA	268,06	9	38,36	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**3.4. Análisis de varianza de azúcares reductores (g%ml)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Az. reductores (g%ml)	12	0,68	0,55	8,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,57	3	0,52	5,55	0,0235
Variedad	1,57	3	0,52	5,55	0,0235
Error	0,75	8	0,09		
Total	2,32	11			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 0,0941 gl: 8

Variedad	Medias	n	E.E.			
L2	4,09	3	0,18	A		
Coral INTA	3,84	3	0,18	A	B	
133	3,44	3	0,18		B	C
134	3,16	3	0,18			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**3.5. Análisis de varianza de rendimiento en jugo (ml/kg)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento jugo (ml/kg)	12	0,10	0,00	9,98

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1876,79	3	625,60	0,30	0,8240
Variedad	1876,79	3	625,60	0,30	0,8240
Error	16626,10	8	2078,26		
Total	18502,90	11			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 2078,2630 gl: 8

Variedad	Medias	n	E.E.	
L2	477,71	3	26,32	A
133	455,75	3	26,32	A
134	449,21	3	26,32	A
Coral INTA	445,41	3	26,32	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**3.6. Análisis de varianza de la longitud, diámetro y peso unitario**

**3.6.1. Longitud (mm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud (mm)	36	0,41	0,36	9,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5110,75	3	1703,58	7,55	0,0006
Variedad	5110,75	3	1703,58	7,55	0,0006
Error	7216,00	32	225,50		
Total	12326,75	35			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 225,5000 gl: 32

Variedad	Medias	n	E.E.		
L2	183,78	9	5,01	A	
133	166,78	9	5,01		B
Coral INTA	165,67	9	5,01		B
134	150,11	9	5,01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3.6.2. Diámetro (mm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro (mm)	36	0,25	0,18	16,89

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	308,97	3	102,99	3,58	0,0243
Variedad	308,97	3	102,99	3,58	0,0243
Error	919,78	32	28,74		
Total	1228,75	35			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 28,7431 gl: 32

Variedad	Medias	n	E.E.		
L2	36,33	9	1,79	A	
Coral INTA	32,00	9	1,79	A	B
133	30,22	9	1,79		B
134	28,44	9	1,79		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 3.6.3. Peso (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso (g)	36	0,44	0,39	27,33

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15681,37	3	5227,12	8,47	0,0003
Variedad	15681,37	3	5227,12	8,47	0,0003
Error	19749,29	32	617,17		
Total	35430,66	35			

**Test:Duncan Alfa=0,05**

Error: 617,1654 gl: 32

Variedad	Medias	n	E.E.		
L2	122,36	9	8,28	A	
Coral INTA	95,02	9	8,28		B
133	80,36	9	8,28		B C
134	65,91	9	8,28		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )