

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



**RENDIMIENTO Y CALIDAD FINAL DE 11 GENOTIPOS
DE PUERRO (*Allium ampeloprasum* L.)**

TESIS:

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTA:

ANDRÉS GONZÁLEZ RUÍZ

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA. SEPTIEMBRE DEL 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **Rendimiento y calidad final de 11 genotipos de puerro** (*Allium ampeloprasum* L.), fue realizada por Andrés González Ruíz, bajo la dirección del comité particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**INGENIERO AGRÓNOMO
COMITÉ PARTICULAR**

Dr. Alejandro Manelik García López
Presidente

Dr. Carlos E. Ail Catzim
Secretario

Dr. Manuel Cruz Villegas
Sinodal

Dra. Rosario Esmeralda Rodríguez González
Sinodal

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE CUADROS	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	2
1.2. META.	2
1.3. HIPÓTESIS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Historia del puerro.....	3
2.2. Importancia económica y comercialización.....	3
2.3. Manejo del cultivo del puerro.....	4
2.4. Descripción botánica y taxonómica.....	7
2.5. Composición nutritiva del puerro.	8
2.6. Manejo de cosecha y poscosecha del puerro.	9
2.7. Componentes de calidad del puerro.	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Genotipos y establecimiento del experimento.....	15
3.2. Apariencia Visual.....	18
3.3. Rendimiento y calibres.	18
3.4. Calidad física.....	18
3.5. Calidad química.....	21
3.6. Diseño experimental y análisis estadísticos.....	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1. Rendimiento y calibres.	22
4.2. Apariencia visual.	24
4.3. Calidad física.....	24
4.4. Calidad química.....	28

V. CONCLUSIONES..... 31

VI. LITERATURA CITADA..... 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama del sistema de notación de color L, a, b, Cromaticidad (croma) y ángulo de matiz (tono) (MINOLTA, 1993).....	20
Figura 2 Cultivares de puerro A) Matejko, B) Striker, C) Rally, D) Callahan, E) Krypton, F) Duraton, G) Capito, H) King Richard, I) Belton, J) Vitaton y K) Longton.....	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Programa de fertirriego basado en ajos y cebollas bolas.	6
Cuadro 2 Plagas y enfermedades de importancia económica.	7
Cuadro 3. Características de selección del producto.	10
Cuadro 4. Descripción del programa ejecutado basado en unidades, días de desarrollo fenológico y costo por hectárea.	16
Cuadro 5. Bitácora de aplicaciones para las plagas y enfermedades del cultivo.	17
Cuadro 6 Escala visual para determinar apertura foliar de la compañía Nunhems the global specialist part of Bayer CropScience.	18
Cuadro 7. Número de cajas obtenidas de cada híbrido.	23
Cuadro 8 Rendimiento de 11 genotipos de Puerro con sus respectivos calibres (<i>Allium ampeloprasum</i> L.).	23
Cuadro 9. Calidad física de híbridos de puerro.	26
Cuadro 10. .Calidad química de híbridos de puerro.	28

DEDICATORIA

A mis **padres y familia**, que siempre me han apoyado en toda mi trayectoria académica, por creer en mí y espero nunca fallarles en este camino en el que me esperan grandes retos y aventuras, y devolverles de alguna manera tan grande apoyo demostrándoles que si se puede y que no hay imposibles. Ustedes siempre han sido mi motivo de superación y entrega en esta maravillosa y noble profesión de la cual estoy muy orgulloso.

A mis tías, **Raquel González Vázquez y Concepción González Vázquez**, quienes siempre han estado muy presentes en mi formación y me han apoyado dándome ánimos de seguir adelante y apreciando mi esfuerzo en este camino, no me resta más que decir, ¡mil gracias!

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la **Virgen de Guadalupe**, quienes siempre les he pedido un gran apoyo para salir delante de este gran reto que me propuse, a pesar de las innumerables veces que les fallé, me siguen dando la mano en este camino complicado a seguir.

A la **Universidad Autónoma de Baja California**, y al **Instituto de Ciencias Agrícolas** por seguir apoyándome en mi formación profesional y permitirme formar parte de una gran familia de cimarrones con un incansable espíritu de trabajo, noble corazón y una formación de valores y virtudes encaminados a la realización plena del hombre.

Al **Dr. Alejandro Manelik García López**, por ser más que un buen profesor, sino un gran concejero, gran amigo y sobre todo por apoyarme con este trabajo que quizá para muchos no represente algo tan significativo, pero para mí representa un gusto por la investigación en el campo de la agricultura intensiva. En la vida conoces personas que cambian tu forma de ver las cosas, dicho amigo me inculcó el gusto por la investigación, del cual estoy muy agradecido y que me ha servido mucho en mi profesión.

Al **Dr. Manuel Cruz Villegas**, por siempre ser un gran amigo, que me ha apoyado con buenos consejos personales y con quien me la he pasado disfrutando gran parte de mi formación académica, espero siempre contar con usted y apoyarlo en un futuro.

A los **Drs. Carlos E. Ail Catzim** y **Rosario Esmeralda Rodríguez González**, por su participación en el presente trabajo de tesis.

A mis compañeros y amigos muy queridos, **Ing. Alejandro López Lugo**, **M. en C. Felipe Menchaca**, quienes me apoyaron en la realización de este trabajo.

Al **Ing. Gilberto Gómez Quintana**, representante legal de la empresa **BAJAMIST S.R.L. DE C.V.**, el cual aportó la parte más importante de este experimento, los híbridos de puerro, quien siempre se portó muy amable, y me ha apoyado en mi formación profesional, brindándome la oportunidad de efectuar prácticas profesionales y por su cooperación en el apoyo a una generación, así como de todo su

equipo de trabajo, que me enseñaron el verdadero valor del trabajo en campo y permitirme titularme con este escrito, no tengo palabras para expresar tan grande gratitud y tratarse siempre de apoyarlos. Además tuve la dicha conocer grandes personas de las cuales llevo sus conocimientos muy presentes, con esto digo: nunca me equivoqué en seleccionar esta empresa como escuela práctica.

Al **Ing. Mario Alberto Trinidad Orozco**, quien ha sido un gran amigo y un gran consejero, me apoyó en el establecimiento de este trabajo en campo, así como en mi formación personal y profesional, brindándome asesorías como practicante en la empresa que labora actualmente. No tengo palabras para expresar mi eterno agradecimiento por ayudarme y darme las herramientas de campo que me permitirán defenderme de la vida laboral, así como por no dejarme caer en la mediocridad, y levantarme el ánimo cuando me sentía miserable. Tus enseñanzas de campo en la producción (manejo agronómico de las hortalizas en el sector privado) trataré de llevarlas siempre conmigo y algún día transmitir este conocimiento al que lo requiera en un futuro. La nobleza y la solidaridad de una persona siempre es gratificada a futuro con pequeños y grandes momentos de la vida, agradezco enormemente las atenciones de tu parte y de tu señora esposa Maribel. También, gracias por presentarme a todos tus amigos, **Ing. Carlos Merino representante de Agroenzimas, Ing. Juan Manuel López, representante de Promotora Técnica Internacional**, quienes siempre me animaron a seguir con mi formación profesional y fueron grandes consejeros.

Al **Ing. Everardo Muñiz, representante de Keithy William** y al **Ing. Erick Román, representante de Nunhems** por permitirme trabajar con sus híbridos de prueba.

A los inspectores de calidad, **Guillermo Hernández Gómez** y al **Ing. David Cervantes**, por apoyarme en conocer la filosofía de la calidad de la empresa OceanMist y asesorarme en la cosecha del cultivo del puerro, ¡mil gracias!

RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar 11 híbridos de puerro, que se llevó a cabo en la empresa hortícola BajaMist S.R.L. de C.V. con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad de los mismos bajo condiciones del Valle de Mexicali. Las variables de respuesta fueron: apariencia visual, rendimiento en cajas ha^{-1} , calidad física y calidad química. Los híbridos más destacados en cuanto a rendimiento total en cajas ha^{-1} fueron: Striker, Vitaton, Rally, Belton, Longton, Krypton, Duraton y Matejko, mientras que Callahan, Capito y King Richard fueron los híbridos menos rendidores. En cuanto a apariencia visual los mejores fueron: Striker, Longton, Rally y Belton, con un valor de 9 (excelente). Con respecto a calidad física, podemos decir que los híbridos con menor longitud de bulbo fueron Callahan, Vitaton, Krypton, Capito y King Richard, mientras que Matejko, Striker, Callahan, King Richard presentaron mayor número de hojas; en cuanto a apertura foliar Matejko, Striker, Rally, Callahan, Capito, Belton, Longton y Vitaton fueron los híbridos muy erguidos; los híbridos menos luminosos fueron Capito, Vitaton, Longton y Belton; en cuanto a cromaticidad, los que presentaron un color verde intenso fueron: Vitaton, Longton, Belton, Duraton, Krypton y Matejko; y cuanto al tono de los híbridos, Duraton, Belton, Vitaton y Longton fueron los que presentaron una mayor coloración verde. En cuanto a índice de blancura del bulbo, los híbridos que tuvieron mejor coloración blanca fueron: Longton, Vitaton, Capito, Belton. Y finalmente en cuanto a área foliar, King Richard presentó valores más altos que el resto de los híbridos. En cuanto a calidad química los genotipos no tienen mucha variabilidad con respecto a sólidos solubles totales (SST) a excepción de Longton y King Richard quienes presentaron mayor pungencia. De manera general los mejores híbridos con respecto al rendimiento y calidad son Striker, Vitaton, Krypton y Rally.

ABSTRACT

Yield and quality of 11 hybrids of leek planted in BajaMist horticultural company under Mexicali Valley conditions were evaluated. Visual appearance, yield in boxes·ha⁻¹, physical and chemical quality were response variables. Striker, Vitaton, Rally, Belton, Longton, Krypton, Duraton and Matejko had the high yield, meanwhile Callahan, Capito and King Richard had the lowest yield in boxes·ha⁻¹. Striker, Longton, Rally and Belton had a score of 9 (excellent) in visual appearance. Callahan, Vitaton, Krypton, Capito and King Richard had shorter shank length, meanwhile Matejko, Striker, Callahan, King Richard had more number of leaf; Matejko, Striker, Rally, Callahan, Capito, Belton, Longton and Vitaton were the most upright; Capito, Vitaton, Longton and Belton were the less lightness; Vitaton, Longton, Belton, Duraton, Krypton and Matejko had a dark green chroma; and Duraton, Belton, Vitaton and Longton were the most green. Longton, Vitaton, Capito and Belton had the highest values of whiteness index. King Richard had more leaf area than the other hybrids. Did not presented variability in chemical quality by hybrids, only Longton and King Richard had higher values of total soluble solids (TSS). In general, Striker, Vitaton, Krypton and Rally were the best leek hybrids in yield and quality

I. INTRODUCCIÓN

El Valle de Mexicali es conocido por producir hortalizas del género *Allium*, donde se encuentra el leek o puerro (*Allium ampeloprasum* L.). Dadas las condiciones climatológicas de la región, el 60 % de la superficie sembrada de hortalizas, se cosecha en el ciclo otoño-invierno. En el Valle se producen más de 30 variedades, entre las que destacan el cebollín, esparrago, rábano, lechuga, ajo, cebolla bola, melón, apio, sandía, zanahoria, cilantro, calabacita, col, tomatillo, rapini, espinaca, betabel y leek, entre otras (Anónimo, 2014). En Baja California se sembraron 2,103 ha del 2003 al 2012 de puerro, de éstas se cosecharon 2,093, con una producción obtenida de 35,466.64 toneladas, un rendimiento por hectárea de 497.22 toneladas y un valor de producción de 265, 941.22 miles de pesos (SIACAP, 2014). Los recursos genéticos que desarrollan las grandes compañías semilleras generalmente realizan mejoramiento genético para mejorar aspectos como el rendimiento o la incorporación de tolerancia a enfermedades que provocan pérdidas económicas considerables (Burba, 2009). Sin embargo, se olvida un factor de suma importancia, que es la calidad del producto que se pretende comercializar y por lo tanto consumir, ya que este juega un papel en cuanto al costo del producto (Avendaño y Schwentesius, 2004). Para esto es necesario llevar a cabo evaluaciones de las variedades que año con año se liberan en el mercado y así poder determinar si alguna o algunas de estas variedades son aptas para ser comercializadas sin que pierdan todas estas propiedades que el consumidor final necesita para su dieta diaria.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Estimar rendimiento en cajas·ha⁻¹ y calidad final de 11 genotipos de puerro (*Allium ampeloprasum* L.)

1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Estimar el rendimiento y calibres de comercialización de 11 genotipos de puerro.

Evaluar la calidad física de 11 genotipos de puerro.

Evaluar la calidad química de 11 genotipos de puerro.

1.2. META.

Determinar si alguno de los genotipos evaluados de las diferentes casas comerciales ofrece las características deseables para su comercialización, exportación y consumo.

1.3. HIPÓTESIS

Alguno de los 11 genotipos tendrá mejor rendimiento y calidad final que servirá como modelo para su comercialización, explotación y consumo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Historia del puerro.

Los leeks o puerros se cultivaban hace muchos años por los antiguos Egipcios, después se convirtió en un cultivo importante para los Griegos y los Romanos. Luego se extendieron en toda Europa y ahora se cultiva ampliamente en muchos países, especialmente en Francia, Bélgica y los Países Bajos (De Clercq y Van Bockstaele, 2002 Van der Meer y Hanelt, 1990). Hay tres tipos principales de leeks cultivados, el tipo Europeo, que tiene un tallo corto y delgado de pseudo tallo; el tipo turco, que se siembra en Bulgaria y Egipto, que tiene un pseudo tallo relativamente largo, y delgado y el tipo Kurrat, que se cultiva principalmente en Egipto por sus hojas, ya que no produce un pseudo tallo pronunciado (Van der Meer y Hanelt, 1990).

No existe ningún dato que certifique el verdadero origen de esta planta, ya que nunca se encontró en su estado salvaje, no obstante se cree que procede de tiempos de los Celtas, en las zonas de Mesopotamia, Egipto, Turquía, Israel, etc. unos 3000 a 4000 años a.C. Su nombre se asoció como "ajo de oriente" y era empleado ya para guisos de cocina y para medicina. Sobre la edad media se extendió su cultivo en Europa y de ahí al resto del mundo. En la edad media esta planta tomó interés, ya que se utilizaba para cubrir en medida el hambre de la época y las numerosas pestes y epidemias que se desencadenaron. En España las zonas más cultivadas son la zona norte. En Europa tenemos a Francia como país importante tanto en producción como consumidor. (Infoagro, 2014).

2.2. Importancia económica y comercialización.

Se sembraron 2,103 ha del 2003 al 2012 de puerro en Baja California, de éstas se cosecharon 2,093, con una producción obtenida de 35,466.64 toneladas, un rendimiento por hectárea de 497.22 toneladas y un valor de producción de 265, 941.22 miles de pesos (SIACAP, 2014).

El puerro que se produce en el Valle de Mexicali y San Luis Río Colorado se comercializa principalmente al mercado Norteamericano, en presentaciones de mazos

tamaño pequeño (3 $\frac{3}{4}$ " a 4 $\frac{1}{2}$ " de cuatro piezas), mediano (4 $\frac{3}{4}$ " a 5 $\frac{1}{2}$ " de tres piezas) y grande (5 $\frac{3}{4}$ " a 6 $\frac{1}{2}$ " de 2 piezas).

La presentación de embalaje es en cajas de cartón encerado con una docena por caja, de tamaños medianos con 7 lb de hielo, colocadas 40 cajas por tarima (Sánchez J, 2014).

2.3. Manejo del cultivo del puerro.

Para llevar a cabo una buena producción es pertinente realizar las siguientes labores: Preparación del terreno, Fecha de siembra y densidad de población, Nutrición, plagas y enfermedades de importancia económica.

Preparación del terreno.

El puerro puede desarrollarse en cualquier clima, aunque responde mejor en zonas de clima suave y húmedo o encontrar la época del año más apropiada para su cultivo. Normalmente el puerro es resistente al frío aunque otras variedades prefieren temperaturas más templadas y húmedas. Requiere una temperatura óptima de desarrollo vegetativo de unos 13 a 24 °C. El puerro se adapta bien a suelos profundos, frescos y ricos en materia orgánica. No se adapta a aquellos suelos con excesiva alcalinidad, ni a aquellos con presencia de acidez, ya que es un cultivo sensible, soportando un límite de acidez de pH alrededor de 6. Tampoco soportan los suelos pedregosos, mal drenados y poco profundos, pues los bulbos no se desarrollan adecuadamente. En definitiva las exigencias de suelo en el cultivo del puerro son muy parecidas a los de la cebolla y ajo. Las labores más destacadas en este cultivo durante su primer ciclo son el rastreo con una penetración de 30 cm, barbecho, floteo sencillo, levantamiento de bordos para riego muerto, rastreo con tubo, surcado y planchado (Infoagro, 2014).

Fecha de siembra en almácigos y densidad población.

Las fechas de siembra suelen ser en los meses de agosto y septiembre para ser recolectados en invierno. La siembra puede realizarse de forma manual o mediante

sembradora. La multiplicación en el cultivo del puerro se realiza por semilla. La siembra tiene lugar en semillero con una cantidad aproximada de 8 a 10 g·m⁻², que producirá unas 800 plántulas por m², enterrándolas o cubriéndolas posteriormente. Las plántulas se mantienen en el semillero dos meses, hasta alcanzar una altura aproximada de 15 a 20 cm, para posteriormente ser transplantadas a la zona de cultivo (Infoagro, 2014).

Nutrición.

Para el caso del manejo de la nutrición del puerro algunos productores del Valle de Mexicali se basan en programas de nutrición de ajos y cebollas, debido a la semejanza en cuanto al manejo, por lo tanto en BajaMist S.RL de CV se utiliza un programa de nutrición de ajos y cebollas durante su ciclo fenológico, del cual se toma en cuenta exclusivamente las unidades, así como los días de desarrollo y diferenciación del cultivo, de igual manera es necesario reemplazar fuentes de fertilización que contengan mayormente la concentración del elemento necesario para obtener lo que se pretende comercializar. El puerro no lleva una fertilización de base durante su trasplante en campo, solo se aplican reguladores de crecimiento en tratamiento de charolas o tratamiento de plantero, para estimular el crecimiento de raíces, empleando productos comerciales como Rooting, Raíz Plus, como los más utilizados. Se presenta el programa de fertirriego proporcionado por la compañía The Dune Company Cuadro 1.

Cuadro 1 Programa de fertirriego basado en ajos y cebollas bolas.

Programa fertirrigación cebollas The Dune Company									Aporte de nutrientes						
Etapa fenológica	Días	Días Acumulados	Fertilizantes	m ³ /riego	No.de fertirriegos	kg/ ha	kg/ha	Total kg /ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO		
Desarrollo 0-60	60	60	25-10-10+MgO+me	20	30	0.6	12	360	90	36	36	4			
			Total de unidades fertilizantes por hectárea								90	36	36	3.6	0
			concentración fertirriego en ppm								120	90	54	18	0
			kg/ha/día								1.5	0.6	0.6	0.1	0
Crecimiento	30	90	25-10-10+1MgO+me	30	15	0.7	21	315	79	32	32	6			
			Total de unidades fertilizantes por hectárea								87	32	32	6	14
			Nitrato de Ca (15.5-0-0-26.5)			0.13	3.9	58.5	8				14		
			concentración fertirriego en ppm								153	63	112	21	34
			kg/ha/día								2.9	1.1	1.1	0.2	0.5
			Total de unidades fertilizantes por hectárea								63	0	141	0	54
Final de Ciclo	50	140	NKS (12-0-45)	30	25	0.3	13	312.5	38	0	141	0			
			Nitrato de Ca (15.5-0-0-26.5)			0.3	9	225	26	26			54		
			concentración fertirriego en ppm								97	0	188	4	80
			kg/ha/día								1.3	0	2.8	0	1.1
			Total de unidades fertilizantes por hectárea								240	68	208	10	68
Aplicar micros quelatos en forma semanal a partir de 15 días postransplante : 1.0-2.0 kg/ha/semana.															
Aplicar B en forma semanal a partir de inicio floración : 1.0 kg/ha/semana.															

Cuadro 2. Plagas y enfermedades de importancia económica.

Nombre común	Nombre científico
Trips	<i>Trips tabaci</i>
Mosca de la pudrición de las cebollas	<i>Delia antiqua</i>
Raíz rosada	<i>Phoma terrestris</i>
Cenicilla vellosa	<i>Perenospora destructor</i>

2.4. Descripción botánica y taxonómica.

Descripción botánica.

El puerro consta de tres partes bien diferenciadas, hojas largas y lanceoladas, bulbo alargado blanco y brillante y numerosas raíces pequeñas que van unidas a la base del bulbo. En conjunto el puerro tiene aproximadamente unos 50 cm de altura, con 3 a 5 cm de grosor.

El tamaño del puerro va a depender de la exigencia de cada mercado.

-Hojas: Son verdes oscuras y verdes azuladas, planas, largas, lanceoladas, estrechas, enteras y abiertas hacia arriba. Estas hojas pueden alcanzar una altura de 40 a 50 cm. Las hojas del puerro presentan una parte bien diferenciada entre la parte superior de la hoja y la parte basal de la misma. En la parte basal se aprecia dos tipos de meristemas: uno intercalar (ubicado en el tercio inferior de la lámina) y otro subaxilar (comprende toda la vaina). La parte superior de la hoja tiene un crecimiento independiente de la parte basal.

-Flores: la inflorescencia se produce en umbelas, la inflorescencia racemosa en la que las flores se insertan en el eje principal, formando en conjunto una superficie plana de flores blancas o rosadas y presencia de numerosas semillas achatadas y de color negro, con capacidad germinativa de dos años. El talamo floral se forma a partir del segundo año.

-Bulbo: membranoso y de forma oblonga, alargado y de color blanco brillante, donde se puede ver la presencia de numerosas raicillas también de color blanco. Tanto el bulbo como las hojas son las partes comestibles de esta hortaliza. (Infoagro, 2014).

Los Puerros no suelen producir bulbos, y tienen hojas concéntricas que salen de la parte basal, junto con hojas laminadas en el centro, que forman los pseudo-tallos comestibles. Los cultivares de puerro pueden variar en tamaño y grosor de los pseudo tallos (De Clercq y Van Bockstael, 2002). Sin embargo, la base de un puerro de buena calidad debe ser turgente y de color verde oscuro, con una flor de color blanquecino o azulado, dependiendo del cultivar. La placa donde las hojas se originan debe estar presente y debe ser plana (DeEil, 2004; Ryall y Lipton, 1979). Los puerros son generalmente recortados antes de su comercialización, para que queden a 30.5 cm de hojas verdes (DeEil, 2004).

Descripción taxonómica.

El puerro taxonómicamente se describe como cita Cronquist (1981).

Reino.....Vegetal.
Sub-reino.....Embryobionta.
División.....Magnoliophyta.
Clase.....Liliopsida.
Sub-clase.....Liliadae.
Orden.....Liliades.
Familia.....Liliaceae.
Genero.....Allium.
Especie..... ampeloprasum L.

2.5. Composición nutritiva del puerro.

Los tejidos de mayor almacenamiento del puerro son las hojas blancas, que contienen en promedio 83-90 % de agua, 1.5 a 2% de proteína, 0.3 % de lípidos, hidratos de carbono, 5 a 14.2 % y 1.8 % de fibra. Los puerros también contienen vitamina A (1,667 g UI/100 g de peso fresco), los carotenoides, como el caroteno (1,000 mg/100 g de peso fresco), la luteína y la zeaxantina (2,900 mg/100 g de peso fresco), y vitamina C (12-25 mg/100 g de peso fresco) en moderadas cantidades (USDA 2006; van der Meer y Hanelt 1990), y las hojas tienen mayor contenido de ácido

ascórbico que los tallos (29 mg/100 g de peso fresco y 14 mg/100 g de peso fresco, respectivamente) (Nilsson, 1979). Los puerros también contienen flavonoides, particularmente Kaempferol (30 mg/kg de peso fresco) (Hertog et al., 1992). Los principales compuestos del flavor en puerro son los que contienen aminoácidos no proteicos que contienen azufre, que dan al puerro su característico sabor y aroma (Randle y Lancaster, 2002; Schreyen et al., 1976). Los puerros tienen un alto contenido de azufre, debido a su alta concentración de sulfóxidos S-alquenil cisteína y sus intermediarios metabólicos (Randle y Lancaster, 2002). La intensidad del sabor aumenta progresivamente desde la hoja exterior a los tejidos internos, en las hojas exteriores contienen 3.16 mmol/g de peso fresco de tiosulfinatos y en hojas internas 5.94 mmol/g de peso fresco de tiosulfinatos (Freeman, 1975).

2.6. Manejo de cosecha y poscosecha del puerro.

La cosecha del cultivo del puerro se realiza de forma manual y dependerá del tiempo, del genotipo, de la nutrición y los riegos, esto debido a que es un cultivo muy demandante en agua, puede realizarse de los 140 a 188 días después del trasplante (Drewry C, 2013). Los criterios de cosecha más importante a considerar del cultivo oscilan en la uniformidad de tamaños, el color, longitud del bulbo, libre de cualquier daño; para mostrar buenos índices de calidad (Hernández, 2013). Es importante mencionar que las características de comercialización varían de acuerdo al sistema de producción de las diferentes compañías existentes en Valle de Mexicali, y por ende la calidad se convierte en un término relativo. La compañía BajaMist maneja un sistema de producción muy estricto en materia de calidad, a continuación se muestran las características de calidad más sobresalientes de dicha compañía (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características de selección del producto.

Tamaño	Circunferencia individual	Número de cebollas por mazo
Pequeño	3 $\frac{3}{4}$ a 4 $\frac{1}{2}$ "	4
Mediano	4 $\frac{3}{4}$ a 5 $\frac{1}{2}$ "	3
Grande	5 $\frac{3}{4}$ a 6 $\frac{1}{2}$ "	2

Características de tamaño para los mazos.

1. La liga deberá ser colocada a 5" a partir del inicio del bulbo, el cual deberá de medir 5 $\frac{1}{4}$ " y notificar si sobrepasa de la medida de 8".
2. El corte del mazo deberá de medir entre 15 $\frac{1}{2}$ y 16 " , si el tallo sobrepasa las 8" deberá de cortarse a 18 "para mantener el equilibrio de tallo y hoja a 50 %.
3. La raíz deberá ser de 1 a 1 $\frac{1}{2}$ " de largo.
4. La circunferencia de los mazos deberá ser entre 8 y 10 " .

Durante su cosecha es importante estar muy pendiente de los diferentes procesos dentro de ella, durante la época de verano es muy común ver que el cultivo se estresa más que en invierno y se presentan más problemas de los cuales destacan las quemaduras en las hojas y deshidratación, características indeseables para el control de calidad, lo que se traduce en rechazos por parte del empaque debido que su límite permisible de daños se encuentra en 11 %, que arroja una calificación de re-empaque y por ende se convierte en una lucha contra el tiempo y el personal (Cervantes, 2014).

En el invierno, la cosecha no es tan preocupante, solo es indispensable saber cuándo entrar al campo a cosecharla, ya que es un cultivo que se vuelve quebradizo y se presentan problemas con daños mecánicos. La cosecha se divide en los siguientes procesos para híbridos comerciales: aflojar el número de surcos que se aproximen al pedido del día; sacar el puerro con cuidado tratando de evitar daños en las hojas y apilarla en montones largos y medianamente altos, dejando las calles para el paso de los vehículos de transporte de producto; distribuir al personal en el montón tratando de

aventajar mayormente posible en el montón; notificar como se requerirá el pelado del puerro, en verano se quitan generalmente de 3 a 5 hojas dependiendo el grosor y el daño de plagas; cortar la raíz según las especificaciones entre 4 a 5 tijereros; cajonear los puerros respetando la especificación ya mencionada entre 3 a 4 cajoneros con cuchillos muy bien afilados para tratar de evitar daños en la hoja; amarrar el producto respetando las especificaciones de los diferentes tamaños y del acomodo de la liga entre 3 a 4 tríos de amarradores y por último la empacada en cajas de plástico con capacidad de 1 docena entre 3 a 4 empacadores con tijeras muy bien afiladas, éste es el último paso de la cosecha en campo (Hernández G, 2013).

Posteriormente se traslada al empaque, en donde se trabaja en la banda del cebollín, su procedimiento de limpieza es parecido, la única diferencia radica en una enjuagada previa a la banda de proceso en tinas grandes con agua clorada a 200 ppm, esto se realiza para quitar lodo interno en los cogollos del cultivo y se colocan en la banda de proceso para su lavado a presión de 50 psi, en la banda de empackado se efectúa una última inspección para evaluar su apariencia visual y poder descartar mazos que no cumplan con el tamaño, que presenten daños mecánicos, deshidratación, quemaduras, tamaños no uniformes, cebollas con remoción de tallo (tapeadas), etc. (Sánchez J, 2014). Al final, en este proceso se coloca el producto en cajas enceradas con papel separador y se le agregan 7 lb de hielo molido, posteriormente son colocados en tarimas de 40 cajas para almacenarlo en el cuarto frío a 34 °F (1.112 °C) y humedad relativa de 95 % para su conservación durante 5 días. La vida de anaquel del producto en los cuartos fríos de la compañía BajaMist dura aproximadamente 24 días con calidad aceptable para su venta (Cervantes, D 2014).

2.7. Componentes de calidad del puerro.

Calidad es un término que denota un grado de excelencia o un alto valor. Según Kramer (1995) la calidad de los alimentos puede ser definida por la composición de aquellas características que diferencian unidades individuales de un producto y tienen importancia en determinar el grado de aceptabilidad de dicha unidad por el consumidor.

Con respecto a frutas y hortalizas, las características que describen calidad son los siguientes atributos: 1) Color y apariencia, 2) Flavor (sabor y aroma), 3) Textura y valor nutricional (Barrett *et al.*, 2010).

a) Color. Se deriva de pigmentos naturales en frutas y vegetales, muchos de los cuales cambian como proceso de maduración. Los pigmentos principales que dan calidad del color son las clorofilas (color verde), los carotenoides (colores amarillo, naranja y rojo), las antocianinas (color rojo y azul), los flavonoides (color amarillo) y las betalaínas (color rojo). Y la formación de colores café, gris y negro se obtienen de reacciones enzimáticas y no enzimáticas. Las enzimas que participan en las reacciones de pardeamiento incluye a la polifenol oxidasa, la cual cataliza la oxidación de compuestos fenólicos, y la fenilalanina amonio-liasas, la cual cataliza la síntesis de precursores a sustratos fenólicos (Barrett *et al.*, 2010).

b) Apariencia. Se determina por factores físicos que incluyen el tamaño, la integridad, la presencia de defectos (manchas y magulladuras, etc.), el brillo y la consistencia. El tamaño y la forma están influenciados por el cultivar, la madurez, el manejo del cultivo y el ambiente donde se desarrolla. La integridad y la ausencia de defectos pueden ser afectadas por la exposición a enfermedades e insectos durante el periodo de crecimiento y en las operaciones de cosecha y poscosecha. En frutas y vegetales el brillo se relaciona con la habilidad de reflejar la luz en su superficie y generalmente productos frescos cosechados son más brillantes (Mitcham *et al.*, 1996). El brillo es afectado por el contenido de humedad, la deposición de cera sobre la superficie y por las prácticas de manejo poscosecha. La consistencia o suavidad se utiliza como un término de la apariencia, pero se aplica a productos semi-sólidos, donde se indica la delgadez del producto.

c) Flavor. Se define como una experiencia única que incluye sensaciones de sabor, olor, presión y en ocasiones sensaciones cutáneas como calor, color y dolor (Anónimo, 1959). El flavor es descrito por el aroma (olor) y el sabor. Los compuestos que dan aroma son volátiles, percibidos principalmente con la nariz, mientras que los

receptores del sabor están en la boca. Mientras que el color y la apariencia son los atributos iniciales de la calidad que nos atraen de las frutas y vegetales, el sabor tiene un gran impacto en la aceptabilidad y deseo de ser consumido nuevamente. El sabor está dividido en cinco sabores primarios: dulce, ácido, salado, amargo y umami. Los olores son mucho más diversos y difíciles de clasificar, que incluyen a especias, florales, frutales, resinas o balsámicos, quemado, etc. Stevens (1985) fijó que es posible clasificar a los vegetales en dos grandes grupos, dependiendo de sus características de sabor. El primer grupo de frutas y vegetales que tienen sabor fuerte que puede ser atribuido a un compuesto simple o grupo de compuestos relacionados, ejemplo: los plátanos con isoamilacetato, las cebollas con compuestos azufrados y el apio con los ftalidos. El segundo grupo incluye a todos aquellos sabores determinados por un número de volátiles, ejemplo: frijol, melón, tomate.

d) Textura. Los parámetros de textura en frutas y vegetales son percibidos con el sentido del tacto, también cuando es tomado por la mano o puesto en la boca y masticado. En contraste con el sabor, las características de textura se miden fácilmente usando diferentes métodos instrumentales. La mayoría de las plantas contienen una suficiente cantidad de agua y otros materiales líquidos solubles rodeados por una membrana semi-permeable y la pared celular. La textura se deriva de la presión de turgencia y de la composición individual de las paredes celulares y de la lámina media que mantiene a células individuales juntas. Las paredes celulares se componen de celulosa, hemicelulosa, sustancias pécticas, proteínas y en el caso de vegetales, lignina. Según Bourne (1982) las propiedades de textura de un alimento son un grupo de características físicas que resultan de los elementos estructurales del alimento, y son detectadas por el sentido del tacto, que está relacionada con la deformación, desintegración y flujo del alimento expuesto a una fuerza, y es medida objetivamente por funciones de masa, tiempo y distancia.

e) Valor nutricional. Las frutas y vegetales son la mayor fuente de macronutrientes como fibra y carbohidratos, y micro-nutrientes como la vitamina C, complejo B (tiamina, riboflavina, B₆, niacina, folato), A, E, minerales y los menos estudiados

polifenoles, carotenoides y glucosinolatos (Barrett *et al.*, 2010). Los nutrientes hidrosolubles incluyen a la vitamina A, E y carotenoides como licopeno y β -caroteno. La vitamina C es una de las vitaminas más sensibles, siendo degradada rápidamente por exposición al calor, luz y oxígeno. Por esta razón se utiliza como índice nutrimental del Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Genotipos y establecimiento del experimento.

Para la realización de este experimento se cosecharon 11 híbridos 5 mazos medianos de 4^{3/4} a 5^{1/2}" , en total 15 piezas de puerro el 19 y 20 de marzo de 2014, donadas por la compañía BajaMist S.R.L. de C.V. de las casas comerciales nunhems the global specialist Part of Bayer CropScience, Hazera seeds México S.A, Bejo Mexico S.A. de C.V., Rijk Zwaan, México S.A de C.V, estas tres últimas de la distribuidora Keithly Williams semillas de México S.A de C.V. Los genotipos de la casa comercial Nunhems de los cuales destacan: Belton, Vitaton, Krypton y Longton, King Richard perteneciente a Bajaplant S de R.L de C.V, se sembraron el 1 de Junio 2013 y se trasplantaron el 12 de septiembre del 2013, los genotipos de Hazera (Callahan y Capito), Bejo (Striker y Rally) y Rijk Zwaan (Matejko) se sembraron el 19 de junio del 2013 y se trasplantaron el 11 de septiembre del 2013. Todos los genotipos se trasplantaron en el Rancho Quintero 4 ubicado en la Colonia Pescadero, en una superficie total de 4 ha, los surcos se encontraron a 1 m de salero a salero y con longitud de 90 m. Los híbridos de Nunhems se establecieron en una superficie de 455 m², mientras que los de Keithly Williams en 1170 m², todos los genotipos se trasplantaron a 4 pulgadas de separación entre planta a planta y una profundidad de 2 pulgadas, cada una de las unidades experimentales no abasteció el surco completo, así que se marcó una distancia de 1 pie lineal de separación para indicar el termino e inicio del híbrido comercial. La textura del suelo donde se encontraron establecidos los genotipos es de tipo limo-arenosa, toda la superficie se encontró bajo sistema de riego localizado.

Cuadro 4. Descripción del programa ejecutado basado en unidades, días de desarrollo fenológico y costo por hectárea.

Fecha de aplicación	Fuente	Dosis·ha ⁻¹	Costo·kg ⁻¹	Dosis total (kg)	Costo Total·ha ⁻¹
25/09/2013	8-24-00	5	2.7	10	27
07/10/2013	8-24-00	5	2.7	10	27
24/10/2013	H-85	2.5	12	5	60
24/10/2013	8-24-00	2.5	2.7	5	13.5
07/11/2013	UAN-32	45	0.49	90	44.1
21/11/2013	UAN-32	90	0.49	180	88.2
06/12/2013	MC	125	1.15	250	287.5
17/12/2013	UAN-32	75	0.49	150	73.5
27/12/2013	Can-17	150	0.48	300	144
03/02/2014	Citrato de K	4	16.9	8	135.2
06/01/2014	UAN-32	150	0.49	300	147
14/01/2014	CaNO ₃	25	0.71	50	35.5
23/01/2014	CaNO ₃	25	0.71	50	35.5
08/02/2014	N-phiuric	100	0.4	200	80
17/02/2014	KSO ₄	81.25	1.04	162.5	169
17/02/2014	MgNO ₃	25	0.79	50	50

Cuadro 5.Bitácora de aplicaciones para las plagas y enfermedades del cultivo.

Fecha de aplicación	Cultivo	Etapas	Rancho	Nombre del producto	Dosis·ha ⁻¹	Dosis total	Área de aplicación (ha)	Tipo de aplicación	
10-sep-13	Puerro	Total	Quintero 4	Bravo	7.20	3 lts	21 lts	7	Avión
						150ml en			
				Medal		100 lts	1 lts	7	Avión
14-sep-13	Puerro	Total	Quintero 4	Diazinon	3 lts	24 lts	8	8	Goteo
25-sep-13	Puerro	Total	Quintero 4	Lorban advanced	3lts	24 lts	8.1	8.1	Goteo
21-oct-13	Puerro	Total	Quintero 4	Exal	0.5 lts	4 lts	8.1	8.1	Tractor
				AA	0.5 kg	4 kg	8.1	8.1	Tractor
				Agroplex					
				Ca	0.5 lts	4 kg	8.1	8.1	Tractor
				Medal	0.5 lts	1 lts	8.1	8.1	Tractor
				Agroplex					
				Mg,Fe y					
				Zn	2 lts	16 lts	8.1	8.1	Tractor
				Agromil	0.5 lts	1 lts	8.1	8.1	Tractor
01-nov-13	Puerro	Total	Quintero 4	Tracer	100 ml	800 ml	8.1	8.1	Tractor
20-ene-14	Puerro	Total	Quintero 4	Amistar	300 gr	2.4 kg	8.1	8.1	Tractor
15-feb-14	Puerro	3 y 4	Quintero 4	Exal	0.5 lts	6 lts	3	3	Tractor
22-feb-14	Puerro	3	Quintero 4	Tracer	100 ml	400 ml	3	3	Tractor
27-feb-14	Puerro	4	Quintero 4	Exalt	0.5 lts	1.5 lts	3	3	Tractor
				Medal	0.5/mochila	1.5 lts	3	3	Tractor
12-mar-14	Puerro	3 y 4	Quintero 4	Exalt	0.5 lts	1.5 lts	3	3	Tractor

Las variables a evaluar fueron:

3.2. Apariencia Visual.

Se utilizó una escala visual del 9-1, donde 9 fue excelente; 7 bueno; 5 razonable; 3 malo y 1 inutilizable. El límite de mercadeo fue el 5, lo anterior según Kader y Cantwell (2010). Para el caso del cultivo del puerro es importante considerar aspectos de calidad que el mercado norteamericano exige, tales características incluyen: Color, longitud de bulbo de preferencia corto y uniforme y apertura foliar.

3.3. Rendimiento y calibres.

Se estimó el rendimiento por hectárea y porcentaje de los diferentes tamaños, empleando un flexómetro para cuantificar los tamaños que el estándar de la compañía exige, separando los tamaños o calibres para la determinación del rendimiento por hectárea de cada tamaño. Así mismo el rendimiento por hectárea se calculó en base a la superficie establecida de las unidades experimentales y se extrapoló a una hectárea.

3.4. Calidad física.

Los análisis físicos que se efectuaron fueron: longitud de bulbo (en centímetros), número de hojas, apertura foliar, color (luminosidad, cromaticidad y tono en hojas), índice de blancura de bulbo y área foliar en el Laboratorio de Fisiología y Tecnología Poscosecha del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, ubicada en el Ejido Nuevo León.

Para dichos análisis fue requerido el uso de flexómetro para longitud de bulbo. Una escala visual para determinar apertura foliar de la compañía Nunhems the global specialist Part of Bayer CropScience Cuadro 6.

Cuadro 6 Escala visual para determinar apertura foliar de la compañía Nunhems the global specialist part of Bayer CropScience.

Lento Crecimiento	1	Precocidad	10	Rápido crecimiento
Verde claro	1	Color de hoja	10	Verde oscuro
Menos erecto	1	Tipo de planta	10	Erguido
Corto	1	Longitud de fuste	10	Largo

Para determinar color de hojas se tomó una lectura en la tercera hoja de cada repetición y para el índice de blancura del bulbo se utilizó el siguiente modelo: $IB = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}}$. (Chin-Lin *et al.*, 2003), estas variables se determinaron con un espectrofotómetro X-Rite modelo SP-62, se reportaron los valores de ángulo de matiz o tono (°Hue), luminosidad y cromaticidad para hojas (Little, 1975).

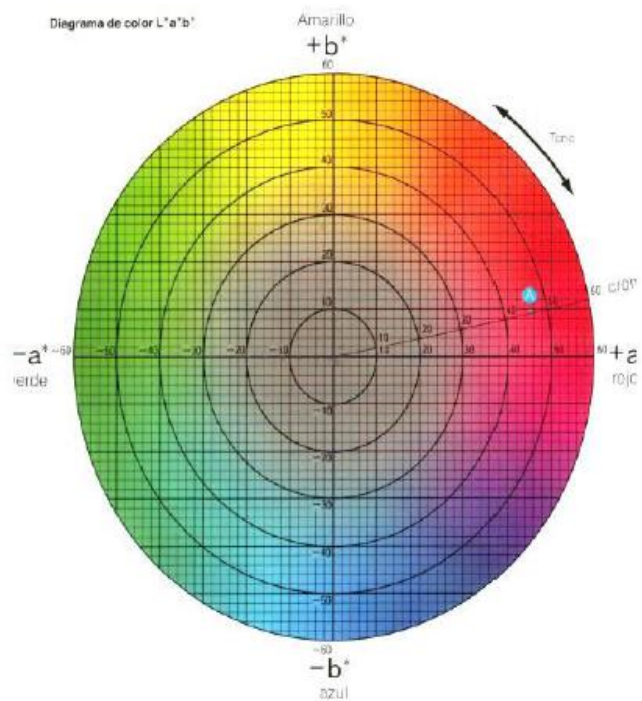


Figura 1 Diagrama del sistema de notación de color L, a, b, Cromaticidad (croma) y ángulo de matiz (tono) (MINOLTA, 1993).

3.5. Calidad química.

Los análisis químicos que se efectuaron fueron pH, acidez titulable (% de ácido málico) y sólidos solubles totales (°Brix). Se determinaron en 1 mazo mediano de 4 ¾ a 5 ½ " con 3 unidades por tratamiento. Se usaron 10 g de bulbo y se homogeneizaron en una licuadora comercial Osterizer con 50 mL de agua destilada (pH=7.0). Posteriormente, el extracto se filtró a través de un colador y se registró el pH, después se tomó una alícuota de 10 mL para la determinación de acidez adicionando NaOH 0.1 N hasta lograr la neutralización de los ácidos presente en la muestra y se reportó en % de ácido málico. La concentración de sólidos solubles totales (SST) se determinó en una gota del extracto del bulbo colocada en el refractómetro digital Abbe Leika Mark II calibrado con agua destilada y se expresó °Brix, tomando en cuenta el factor de dilución (6).

3.6. Diseño experimental y análisis estadísticos.

El estudio se realizó mediante un diseño completamente al azar con 11 tratamientos y con 15 repeticiones (5 mazos medianos de 4 ¾ a 5 ½" con 3 piezas cada uno) para las variables de longitud de bulbo, número de hojas, apertura foliar, luminosidad, cromaticidad y tono en hojas, índice de blancura del bulbo y área foliar. La unidad experimental fue un mazo. Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el programa estadístico STATISTIX 8 (2004).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Rendimiento y calibres.

Los híbridos más destacados en cuanto a rendimiento total en cajas·ha⁻¹ fueron: Striker (5097), Vitaton (4484), Rally (4851), Belton (4393), Longton (4377), Krypton (4235), Duraton (4218) y Matejko (4016), mientras que Callahan (3171), Capito (4030) y King Richard (3767) fueron los híbridos menos rendidores con respecto a los híbridos antes mencionados (Cuadro 7 y 8).

El comportamiento que presentaron los genotipos en cuanto a calibres fue muy variado más sin embargo, para este estudio se tomaron únicamente dos calibres descritos por los estándares que la compañía cooperante maneja que son 4 ¾ a 5 ½" para mazos de tres piezas, como calibre de mayor demanda y 5 ¾ a 6 ½" para mazos de 2 piezas con cierto porcentaje permisible y los calibres de mazos de cuatro piezas de 3 ¾ a 4 ½" es considerado pérdida. Se observó que en cuanto a rendimiento de calibres medianos en la evaluación final de campo en cajas ha⁻¹, los híbridos más destacados fueron Striker (3542), Longton (2830), Rally (2678), Capito (2463), Belton (2629), Matejko (2431), Vitaton (2339) y Krypton (2100), Duraton (2368). Así mismo los híbridos en donde el rendimiento fue menor en cuanto a calibre mediano fueron: King Richard (1883), Callahan (1916), (Cuadro 7 y 8).

Cuadro 7. Número de cajas obtenidas de cada híbrido.

Genotipo	Superficie en m²	Cajas Calibre 2	Cajas Calibre 3	Cajas Calibre 4	Total
Matejko	429	11	104.3	57	172.3
Striker	360	22	127.5	34	183.5
Rally	87	11.3	23.3	7.6	42.2
Callahan	28.7	0.6	5.5	3	9.1
Krypton	56.2	8.5	11.8	3.5	23.8
Duraton	171.9	15.4	40.7	16.4	72.5
Capito	13.4	0.3	3.3	1.8	5.4
Belton	89	4	23.4	11.7	39.1
King Richard	11.15	0	2.1	2.1	4.2
Vitaton	62	1	14.5	12.3	27.8
Longton	26.5	1	7.5	3.1	11.6

Cuadro 8 Rendimiento de 11 genotipos de Puerro con sus respectivos calibres (*Allium ampeloprasum* L.).

Genotipo	Cajas·ha⁻¹ (2, grande)	Cajas·ha⁻¹ (3, mediano)	Cajas·ha⁻¹ (4, Chico)	Rendimiento Total Cajas·ha⁻¹
Matejko	256	2431	1329	4016
Striker	611	3542	944	5097
Rally	1299	2678	874	4851
Callahan	209	1916	1045	3171
Krypton	1512	2100	623	4235
Duraton	896	2368	954	4218
Capito	224	2463	1343	4030
Belton	449	2629	1315	4393
King Richard	0	1883	1883	3767
Vitaton	161	2339	1984	4484
Longton	377	2830	1170	4377

4.2. Apariencia visual.

En cuanto a apariencia visual los híbridos más destacados en este estudio fueron: Striker, Longton, Rally y Belton, con un valor de 9, Vitaton y Krypton con un valor de 8.5, mientras que Duraton presentó un valor de 8 siendo el híbrido comercial. Los híbridos Callahan, Capito y Matejko presentaron un valor de 7 y finalmente King Richard presento un valor de 6.5.

4.3. Calidad física.

De manera general, en cuanto a longitud de bulbo los híbridos Matejko, Striker, Rally y Duraton no presentaron diferencia significativa en cuanto a esta variable, dichos híbridos se mantienen dentro de las especificaciones de calidad para la empresa, que especifica 5 ¼ a 8 " (Cervantes D, 2014). Los híbridos Callahan, Vitaton, Krypton, Capito y King Richard, tampoco presentaron diferencia significativa, más sin embargo fueron los que menor longitud de bulbo obtuvieron, mientras que los de mayor longitud fueron Belton y Longton, pero también se mantuvieron dentro de la especificación (Cuadro 9).

Los híbridos que presentaron mayor número de hojas fueron: Matejko, Striker, Callahan, King Richard y no existió diferencia significativa entre ellos. Los híbridos Longton, Vitaton, Belton, Capito, Rally, Krypton y Duraton presentaron un número de hojas aceptable, y tampoco hubo diferencia significativa entre ellos, pero tuvieron menor cantidad en relación a los anteriores híbridos mencionados. (Cuadro 9).

En cuanto a apertura foliar Matejko, Striker, Rally, Callahan, Capito, Belton, Longton y Vitaton son híbridos muy erguidos, mientras que Krypton, Duraton y King Richard fueron los menos erectos en este estudio (Cuadro 9).

En cuanto a luminosidad, los híbridos Matejko, Striker, Rally, Callahan, Krypton, Duraton presentaron una coloración menos amarilla, sin diferencia significativa entre ellos, mientras que Capito, Vitaton, Longton, Belton, presentaron una luminosidad tendiente a un amarillo más intenso que el grupo anterior. Finalmente el híbrido cuya

coloración característica es altamente luminoso, con un amarillo más intenso que el resto de los híbridos fue King Richard (Cuadro 9).

En cuanto a cromaticidad, los híbridos que presentaron un color verde intenso fueron: Vitaton, Longton, Belton, Duraton, Krypton y Matejko, entre ellos no existió diferencia significativa, mientras que Capito, Callahan, Rally y Striker presentaron una coloración verde moderado, no existió diferencia significativa entre ellos y finalmente el genotipo que presentó verde claro tendiente a amarillar con respecto al resto de los híbridos fue King Richard (Cuadro 9).

En cuanto al tono de los híbridos, podemos decir que Duraton, Belton, Vitaton y Longton fueron los que presentaron una mayor coloración verde que el resto de los genotipos, mientras que el que tuvo un color verde claro fue King Richard (Cuadro 9), podemos observar esto de manera más objetiva con la Figura 2.

En cuanto a índice de blancura del bulbo, los híbridos que tuvieron mejor coloración blanca fueron: Longton, Vitaton, Capito, Belton, sin diferencia significativa entre ellos, mientras que el resto de los genotipos no presentaron diferencia significativa en su mayoría, pero es aceptable para su comercialización (Cuadro 9).

Y finalmente en cuanto a área foliar, King Richard presentó valores más altos que el resto y Capito el más bajo con respecto a los demás genotipos, mientras que el resto de los híbridos expresaron un mismo comportamiento con respecto a esta variable, por ende no existió diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Calidad física de híbridos de puerro.

Genotipo	Longitud del bulbo (cm)	Número de hojas	Apertura foliar	Luminosidad en hojas	Cromaticidad en hojas	Tono en hojas (°Hue)	Índice de blancura del bulbo	Área foliar (cm²)
Matejko	11.16 ^{bcd}	13.46 ^a	8.9 ^{abc}	40.59 ^d	9.32 ^{cde}	139.93 ^{abcd}	82.07 ^{cd}	3539.9 ^{ab}
Striker	11.00 ^{bcd}	12.60 ^{ab}	8.8 ^{abcd}	40.70 ^d	10.12 ^{bcd}	135.36 ^{bcd}	81.08 ^d	3664.4 ^{ab}
Rally	11.43 ^{abc}	11.73 ^{bc}	9.23 ^a	42.67 ^{cd}	12.49 ^b	131.14 ^{cde}	81.67 ^{cd}	3470.6 ^{ab}
Callahan	8.80 ^e	12.66 ^{ab}	8.93 ^{abc}	41.98 ^d	11.56 ^{bc}	130.64 ^{cde}	80.74 ^d	3817.9 ^{ab}
Krypton	9.26 ^{de}	11.93 ^{bc}	7.63 ^e	42.36 ^{cd}	8.27 ^{de}	143.43 ^{abc}	81.62 ^{cd}	3944.5 ^{ab}
Duraton	11.36 ^{abcd}	11.86 ^{bc}	8.2 ^{de}	45.07 ^{cd}	7.99 ^{de}	149.52 ^a	80.73 ^d	4242.7 ^{ab}
Capito	9.40 ^{cde}	11.00 ^c	8.6 ^{bcd}	45.87 ^{ab}	10.51 ^{bcd}	128.37 ^{de}	84.69 ^{ab}	2719.3 ^b
Belton	12.46 ^{ab}	10.73 ^c	8.4 ^{cd}	46.36 ^{ab}	8.05 ^{de}	145.49 ^{ab}	84.68 ^{ab}	4189.1 ^{ab}
King	10.10 ^{cde}	13.46 ^a	6.33 ^f	48.59 ^a	17.14 ^a	121.02 ^e	83.16 ^{bc}	5620.0 ^a
Richard								
Vitaton	8.20 ^e	12.20 ^c	8.33 ^{cd}	47.44 ^{ab}	7.05 ^e	147.31 ^{ab}	84.95 ^a	3445.1 ^{ab}
Longton	13.43 ^a	11.00 ^c	9.06 ^{ab}	47.25 ^{ab}	7.68 ^{de}	141.64 ^{abcd}	86.32 ^a	4866.8 ^{ab}
CV (%)	16.9	9.47	6.42	5.42	24.82	8.32	1.83	20.15

A)



B)



C)



D)



E)



F)



G)



H)



I)



J)



K)



Figura 2 Cultivares de puerro A) Matejko, B) Striker, C) Rally, D) Callahan, E) Krypton, F) Duraton, G) Capito, H) King Richard, I) Belton, J) Vitaton y K) Longton.

4.4. Calidad química.

En cuanto a calidad química los genotipos no tienen mucha variabilidad con respecto a las variables analizadas, solo la concentración de SST en Belton y King Richard fue mayor con respecto a los demás híbridos (Cuadro 10.).

Cuadro 10. .Calidad química de híbridos de puerro.

Genotipo	pH	Acidez titulable (% de ácido málico)	Sólidos solubles totales (°Brix)
Matejko	6.35 ^{abc}	0.1273 ^{ab}	14.76 ^b
Striker	6.15 ^{bcd}	0.1340 ^{ab}	14.76 ^b
Rally	6.34 ^{abc}	0.1139 ^{ab}	15.00 ^b
Callahan	6.29 ^{bc}	0.1139 ^{ab}	13.92 ^{bc}
Krypton	6.40 ^{ab}	0.1005 ^{ab}	11.04 ^c
Duraton	6.60 ^a	0.1541 ^a	15.12 ^b
Capito	6.41 ^{ab}	0.0804 ^b	15.12 ^b
Belton	6.32 ^{bc}	0.1407 ^{ab}	16.92 ^b
King Richard	6.13 ^{cde}	0.1541 ^a	20.88 ^a
Vitaton	6.00 ^{de}	0.1474 ^a	15.72 ^b
Longton	5.87 ^e	0.1273 ^{ab}	14.16 ^{bc}
CV (%)	1.99	23.11	10.89

DISCUSIÓN GENERAL.

De manera general no existen muchos trabajos de investigación en el país relacionados con la producción y calidad de puerro. Se encontró una referencia de 1988, en una evaluación de cultivares en Florida, donde los cultivares King Richard y Verina tuvieron mayor rendimiento durante tres años, con un promedio de 4452 cajas.ha⁻¹(Maynard, 1988). Esto concuerda en promedio con la producción (4240 cajas.ha⁻¹) de los híbridos evaluados en este experimento.

Con relación a la apariencia visual, esta es una característica genética que puede ser modificada por el ambiente y el manejo agronómico del cultivo (do Nascimento, 2008); se considera que si las hojas son amarillentas, deshidratadas y con deterioro son factores importantes que limitan la calidad en el puerro (van der Meer and Hanelt 1990). En este estudio Striker, Longton, Rally y Belton una vez cosechados tuvieron una evaluación excelente.

Con respecto a longitud de bulbo, Maynard (1988) encontró en la evaluación de cultivares en Florida, que Kazan presentó un valor de 2.5 pulgadas (6.3 cm) y King Richard 3.3 pulgadas (8.3 cm). Mientras que en este estudio se encontró que los híbridos Callahan, Vitaton, Krypton, Capito y King Richard, obtuvieron menor longitud de bulbo, característica que se busca para la comercialización del puerro.

Se sabe que el número de hojas está determinado principalmente por la propia genética de los híbridos, tal y como ocurrió en el presente estudio (Taiz y Zeiger, 2010).

Con relación a apertura foliar y color, Maynard (1988) encontró en la evaluación de cultivares en Florida, que hay una variación en los cultivares en el color de la hoja y disposición de la misma que puede ser modificado por el ambiente. Por ejemplo Verina presentó una coloración verde amarillo y una apertura foliar medianamente plana en 1985-86, pero el color de hoja predominante fue azul verde y la apertura foliar fue más abierta en 1986-87, y verde-azul con una apertura medianamente plana en 1987-88.

Mientras que en este estudio en cuanto a apertura foliar Matejko, Striker, Rally, Callahan, Capito, Belton, Longton y Vitaton son híbridos muy erguidos, mientras que Krypton, Duraton y King Richard fueron los menos erectos. En cuanto a color (cromaticidad), los híbridos que presentaron un color verde intenso fueron: Vitaton, Longton, Belton, Duraton, Krypton y Matejko, mientras que Capito, Callahan, Rally y Striker presentaron una coloración verde moderado, finalmente el genotipo que presentó verde claro tendiente a amarillar con respecto al resto de los híbridos fue King Richard.

El índice de blancura del bulbo es un parámetro que nos indica la cantidad del pigmento, en este caso es la isoquercitrina. En este estudio no hubo mucha variación entre los híbridos. En cebollas y cebollines, los flavonoides predominantes de la parte comestible son la quercetina 3,4'-O-diglucósido y quercetina 4'-O-monoglucósido (Price y Rhodes, 1996) que son los responsables del color blanco.

Bidwell (1990) menciona que el desarrollo de una planta se ve afectado por múltiples factores y uno de esos es la temperatura, que a mayor temperatura se presenta una mayor tasa de peso fresco que en temperaturas bajas, así como una mayor área foliar está relacionado con un mayor número de hojas.

Con relación a la cantidad de SST de estos híbridos podemos decir que tienen mayor concentración que el cultivar Inegol bajo condiciones de Turquía (6.85 °Brix en promedio) (Tunkay y Kuşaksiz, 2003), además en cebollas bola existe una relación en cuanto a que si presenta alta concentración de SST tendrá mayor cantidad de tiosulfatos, componentes esenciales del flavor (Van der Meer, 1990; do Nascimento Nunes, 2008).

V. CONCLUSIONES.

Los híbridos que presentan mayor rendimiento y calidad son Striker, Matejko y Rally de Keithly Williams.

En cuanto a la empresa Nunhems los híbridos con mejor rendimiento y calidad son Vitaton, Krypton, Longton y Belton.

Los mejores híbridos en cuanto a apariencia visual son Striker, Longton, Rally y Belton.

De manera general los mejores híbridos con respecto al rendimiento estimado, características de comercialización, exportación, consumo y adaptabilidad a las condiciones del Valle de Mexicali son: Striker, Vitaton, Krypton y Rally.

VI. LITERATURA CITADA.

Anónimo. 1959. Glossary of some terms used in the sensory (panel) evaluation of foods and beverages. *Food Technol.* 13: 733-736.

Anónimo. 2014. Valle de Mexicali factores de éxito en exportación de hortalizas. 2000 Agro Revista Industrial del Campo. Página web revisada el 24 de enero del 2014: <http://2000agro.com.mx/agroindustria/valle-de-mexicali-factores-de-éxito-en-exportacion-de-hortalizas/>

AOAC. 1998. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, CD. Washintong D.C. Avendaño R. B y R. Schwentesius. 2004. Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del Valle de Mexicali, B.C., México. *Revista Latinoamericana de Economía* 36:165-192.

Bidwell, R. G. S. 1990. *Fisiología Vegetal*. A. G. T. Editor. México, D.F. 783 pp.

Barret, D., J. Beaulieu, and R. Shewfelt. 2010. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh Cut Fruit and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing.

Burba J.L. 2009. Mejoramiento genético y producción de "semilla" de ajo (*Allium sativum* L.). Posibilidades de adaptación de diferentes ambientes. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS* 3: 28-44.

Bourne, M.C. 1982. *Food Texture and Viscosity*, 1st edition. Academic Press, New York.

Chin-Lin, H.; C. Wenlung; W. Yih-Ming; T. Chin-Yin. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chem.* 83: 85-92.

Cervantes, D. 2014. Inspector interno de control de calidad de OCEANMIS FARMS. Comunicación personal.

CRONQUIST, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. United States of America. The New York Botanical Garden, Culumbia University Press.p.xiii-xviii.

do Nascimento Nunes M. C. 2008. Color atlas of postharvest quality of fruits and vegetables. Blackwell Publishing. USA. 463 p.

Drewry C, 2013. Encargado de los ranchos del puerro en Inglaterra de Nunhems the global specialist. Comunicación personal.

De Clercq, H., and Van Bockstaele, E. 2002. "Leek: Advances in agronomy and breeding." In *Allium Crop Science: Recent Advances*, edited by H.D. Rabinowitch and L. Currah, pp. 431-458. Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK.

DeEll, J.R. 2004. "Leeks". In *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Crops*, edited by K.C. Gross, C.Y. Wang, and M.Saltveit. Agriculture Handbook 66.U.S. Department of agriculture, Agriculture Research Service, Beltsville, MD. <http://usna.usda.gov/hb66/081leek.pdf> (accessed July 20, 2007).

Freeman, G.G. 1975. Distribution of flavor component in onion (*Allium cepa* L.), leek(*Allium porrum*) and garlic (*Allium sativum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26:471-481.

G. W. Irving, Jr. and S. R. Hoover (Eds). *American Association for the Advancement of Science*. Washington, DC. pp. 9-18.

Hertog, M.G.L., Hollman, P.C.H., and Katan, M.B. 1992. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in The Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40: 2379-2383.

Hernández, G. 2013. Inspector General de control de calidad de OCEANMIST FARMS. Comunicación personal.

Infoagro, 2014. El cultivo del puerro. Página Web consultada el 14/01/2014. <http://www.infoagro.com/hortalizas/puerro.htm>.

Kramer, A. 1965. Evaluation of Quality of Fruits and Vegetables. In: Food Quality.

Kader, A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. Agriculture and Natural Resources. USA. Third Edition. p.34, 39-46, 57-60, 73,78,88-94, 99, 107, 115, 139, 149-162, 279-285, 294, 407-420, 513.

Little, A. 1975. Off on a Tangent. A Research Note. Journal of Food Science. Vol.40:410-411.

Mitcham, B., M. Cantwell, and A. Kader. 1996. Methods for Determining Quality of Fresh Commodities. Perishables Handling Quarterly No. 85. Division of Agricultural and Natural Resources, University of California.

Maynard, D. 1988. Evaluation of leek cultivars in west central Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 101: 385-389.

MINOLTA. 1993. Caracterización precisa del color (Control del color desde la percepción sensorial a la instrumentación). E. 537205. Alemania. 1-21 pp.

Nilsson, T. 1979. Yield, storage ability, quality and chemical composition of carrot, cabbage and leek at conventional and organic fertilizing. Acta Horticulturae 93:209-223.

Price, K.R. and M. Rhodes. 1996. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion (*Allium cepa*) and changes in composition resulting from autolysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 74:331–339.

Ryall, L.A., and Lipton, W.J. 1979. "Commodity requirements –underground structures." In Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetable, Vol. 1, edited by L.A. Ryall and W.J. Lipton, pp.210-239. AVI Publishing Company, Inc., Westport, CT.

Stevens, M.A. 1985. Tomato flavor: Effects of genotype, Cultural Practices and Maturity at Picking. In: Evaluation of Quality of Fruits and Vegetables. AVI Publishing Company, Westport, CN. 410 pp.

Sánchez, J. 2014. Supervisor de poscosecha del cultivo del puerro. Comunicación personal.

SIACAP, 2014. Página web consultada el 27/04/2014. http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/

Tunkay O. and E. Kuşaksiz. 2003. Quality changes in fresh-cut leeks. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 40:41-48.

Taiz L. Zeiger E. 2010. Plant Physiology. Sinauer Fifth Edition. USA. 782 p.

Van der Meer, Q.P., P. 1990. "Leek (*Allium ampeloprasum*)". In Onions and Allied Crops, Vol. III, Biochemistry, Food Science, and Minors Crops, edited by J.L. Brewster and H.D. Rabinowitch, pp. 179-196. CRC Press Inc., Boca Raton, FL.