

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA PROLONGAR
LA VIDA EN ANAQUEL DE LA VAINA DE ARVERJA CHINA
TESIS DE GRADO

LUIS MIGUEL SOCOP CHAVEZ
CARNET 12577-06

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA PROLONGAR
LA VIDA EN ANAQUEL DE LA VAINA DE ARVERJA CHINA
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LUIS MIGUEL SOCOP CHAVEZ

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, SEPTIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
LIC. BYANCA ROSENDA ISABEL ORTIZ RUIZ DE ESCOBAR

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN
MGTR. DAVID HUMBERTO ALMENGOR CHOY
ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ

Guatemala 17 de Septiembre de 2015

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Luis Miguel Socop Chávez, carné 12577-06, titulada: "Evaluación de tratamientos para prolongar la vida en anaquel de la vaina de arveja china".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Licda. Byanca Rosenda Isabel Ortiz Ruiz
Colegiado no. 2112
Cod. URL 23130



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06337-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LUIS MIGUEL SOCOP CHAVEZ, Carnet 12577-06 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 0690-2015 de fecha 26 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PARA PROLONGAR
LA VIDA EN ANAQUEL DE LA VAINA DE ARVERJA CHINA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 11 días del mes de septiembre del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Licda. Byanca Ortiz Ruiz, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Personal administrativo de la empresa Agrícola Tierra Nueva Sociedad Anonima, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Quién me a bendecido con la vida, salud, y me dio la oportunidad de culminar mis estudios universitarios, dandome este triunfo.

Mis padres: Miguel Socop y Cecilia Chavez a quienes amo mucho, por su esfuerzo, por su tiempo, sus consejos y por ser mi ejemplo a seguir.

Mi hija: Ivonne Valentina Socop Sacvin que tanto amo, por ser la razón de mi alegría, mi lucha y la motivación a seguir preparandome.

Mi familia: Hermanas, sobrina y cuñados que de una u otra forma han contribuido alentandome a luchar por lo que quiero.

Mis amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	03
1. Consumo de arveja china	03
1.1 Consumo local	03
1.2 Consumo internacional	04
2. Características de arveja china	05
2.1 Clasificación científica	05
2.2 Generalidades	05
2.3 La vaina	06
2.4 Índice de madurez	07
2.5 Tamaño y peso por unidad	07
3. Postcosecha	07
3.1 Almacenamiento de productos frescos en postcosecha	07
3.2 Temperatura	07
3.3 Humedad relativa	08
4. Empaque de arveja china	08
4.1 Peso total de la caja	08
4.2 Características del empaque	09
5. Desordenes fisiológicos	09
5.1 Congelamiento	09
5.2 Senescencia prematura	09
5.3 Daño físico	09
5.4 Enfermedades	10
5.5 Tasas de respiración	10
6. Aditivos	11
6.1 Ácido cítrico	11
6.2 PROUD3	11
6.3 Hipoclorito de calcio	12
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
IV. OBJETIVOS	15
V. HIPÓTESIS	16
VI. METODOLOGÍA	17
6.1. Localización del trabajo	17
6.2. Material experimental	17
6.3. Factor a estudiar	17
6.4. Descripción de los tratamientos	17
6.5. Diseño experimental	18
6.6. Modelo estadístico	18
6.7. Unidad experimental	19
6.8. Croquis de campo	19
6.9. Manejo del experimento	20
6.10. Variables de respuesta	22
6.10.1 Porcentaje de deshidratación de la vaina	22
6.10.2 Apariencia física de la vaina	22
6.10.3 Número de días de vida útil de la vaina de arveja china	22

VII. RESULTADOS Y DISCUCION	23
7.1. Porcentaje de deshidratación	23
7.1.1. Deshidratación de la vaina	25
7.2. Apariencia física	26
7.2.1. Apariencia física de la vaina de arveja china	29
7.3. Días de vida útil anaquel	30
7.3.1. Vida útil anaquel de la vaina de arveja china	30
7.4. Análisis Económico	31
VIII. CONCLUSIONES	35
IX. RECOMENDACIONES	36
X. BIBLIOGRAFIA	37
XI. ANEXOS	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación científica arveja china	05
Cuadro 2. Tasas de respiración para la vaina de Arveja China	11
Cuadro 3. Dosificaciones evaluadas exitosamente para desinfección de vegetales y frutas usando Proud3.	12
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos	18
Cuadro 5. Dosis de los productos	18
Cuadro 6. Cronograma de actividades	20
Cuadro 7. Porcentaje de deshidratación: Testigo T1	23
Cuadro 7.1. Porcentaje de deshidratación: Proud3 T2	23
Cuadro 7.2. Porcentaje de deshidratación: Ácido cítrico T3	23
Cuadro 7.3. Porcentaje de deshidratación: Hipoclorito de Ca T4	24
Cuadro 7.4. Porcentaje de deshidratación: Proud3+Ácido cítrico T5	24
Cuadro 7.5. Porcentaje de deshidratación: Ácido cítrico+Hipoclorito de Ca T6	24
Cuadro 7.6. Porcentaje de deshidratación: Proud3+Hipoclorito de Ca T7	24
Cuadro 7.7. Porcentaje de deshidratación: Proud3+Ácido cítrico+Hipoclorito de Ca T8	25
Cuadro 8. Análisis de la varianza del porcentaje de deshidratación	25
Cuadro 9. Prueba de medias de Tukey para porcentaje de deshidratación	25
Cuadro 10. Apariencia física de la arveja para Testigo T1	26
Cuadro 10.1. Apariencia física de la arveja: Proud3 T2	27
Cuadro 10.2. Apariencia física de la arveja: Ácido cítrico T3	27
Cuadro 10.3. Apariencia física de la arveja: Hipoclorito de Ca T4	27
Cuadro 10.4. Apariencia física de la arveja: Proud3+Ácido cítrico T5	27
Cuadro 10.5. Apariencia física de la arveja: Ácido cítrico+Hipoclorito de Ca T6	28
Cuadro 10.6. Apariencia física de la arveja: Proud3+Hipoclorito de Ca T7	28
Cuadro 10.7. Apariencia física de la arveja: Proud3+Ácido cítrico+Hipoclorito de Ca T8	28
Cuadro 11. Análisis de la varianza de la apariencia física de la vaina de arveja china	29

Cuadro 12. Prueba de Tukey para la apariencia física de la vaina de arveja china	29
Cuadro 13. Conteo de días de vida útil de la vaina de arveja china	30
Cuadro 14. Costos de productos utilizados	31
Cuadro 15. Costeo de productos para Kg de arveja, caja de 4.54 Kg y contenedor de 40 pies cúbicos	32
Cuadro 16. Costos de producción y rentabilidad de los tratamientos	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo nacional aparente de Arveja China	03
Figura 2. Volúmenes exportados de arveja china a los Estados Unidos	05
Figura 3. Distribución de los tratamientos y repeticiones	19

EVALUACION DE TRATAMIENTOS PARA PROLONGAR LA VIDA EN ANAQUEL DE LA VAINA DE ARVEJA CHINA

RESUMEN

La arveja china es uno de los vegetales con gran demanda en el mercado estadounidense y uno de los cultivos más importantes de Guatemala. Debido a la reducida vida anaquel que este cultivo posee, se realizó la siguiente investigación con el objetivo de evaluar ocho tratamientos para extender la vida anaquel de la arveja china. Las variables evaluadas fueron: porcentaje de deshidratación, conservación de la apariencia física y días anaquel de la arveja china. La investigación se hizo utilizando la variedad Oregon Pod II y como aditivos, Proud3, hipoclorito de Ca y ácido cítrico, en comparación a un testigo absoluto, utilizando un arreglo totalmente al azar con 4 repeticiones y 8 tratamientos. Los resultados obtenidos fueron para la disminución de la deshidratación de la arveja china, el tratamiento con Hipoclorito de Ca redujo hasta un 0.86% en comparación al testigo, mientras que para la conservación de la buena apariencia física de la arveja, los tratamientos con Hipoclorito de Ca, Proud3+Hipoclorito de Ca y Proud3 lograron incrementar en un 6%, 5% y 2% respectivamente la conservación de la apariencia física. Además la vida útil anaquel se incrementó con los mismos tratamientos en 9, 9 y 2 días más que el testigo. Se realizó el cálculo de beneficio costo, se concluyó la viabilidad de los tratamientos para su aplicación en el proceso productivo de la empresa, incrementado la rentabilidad del proceso hasta un 8.38% sobre la rentabilidad actual. Es importante investigar empaques que logren extender la vida útil anaquel. Realizar análisis físico químico y organoléptico a la arveja es recomendable, para garantizar la inocuidad del producto.

TREATMENT EVALUATION TO EXTEND THE SHELF LIFE OF SNOW PEA PODS

SUMMARY

Snow pea is one of the vegetables with higher demand in the American market and one of the most important crops in Guatemala. Due to the crop's short shelf life, the following research was carried out in order to evaluate eight treatments to extend the shelf life of snow pea. The evaluated variables were: dehydration percentage, physical appearance conservation, and shelf life of the snow pea. The research was carried out using the Oregon Pod II variety and additives like Proud3, calcium hypochlorite and citric acid, compared to the absolute check, using a complete randomized design with 4 replicates and 8 treatments. Regarding the results obtained were the decrease in dehydration of the snow pea, the Ca hypochlorite treatment reduced it up to 0.86% compared with the check, while for the conservation of a good physical appearance of the snow pea, the treatments with Ca hypochlorite, Proud3+ Ca hypochlorite and Proud3 were able to increase the good physical appearance conservation of snow pea by 6%, 5% y 2%, respectively. The life shelf was also increased with the same treatments by 9, 9 and 2 more than the check. According to the cost-benefit relationship, it was concluded that the treatments are viable to be applied in the productive process of the company, increasing the profitability of the process up to 8.38% compared to the current profitability. It is important to investigate packages that can extend the shelf life and to carry out a chemical and organoleptic analysis in snow pea in order to guarantee the product's safety.

I. INTRODUCCION

La arveja china es uno de los vegetales que tiene gran demanda en el mercado estadounidense (30 millones de kilogramos anuales) refiriéndose a los productos no tradicionales, seguida de la arveja dulce, el ejote francés y los minigüicoyes; productos que, en menor escala, comercializan algunas empresas exportadoras de arveja (Banguat, 2012).

El sector de la arveja china debe cumplir con controles estrictos de calidad que son requisitos mínimos para la exportación, por ejemplo, contar con infraestructura formal (planta empacadora y cuartos refrigerados), equipo técnico agrícola y de control de calidad, así como buenas prácticas de higiene y sanitización. Estos requisitos están regulados en el acuerdo gubernativo No. 72-2003 que asegura la participación formal de empresas en la producción de arveja. Además de buenas prácticas de manufactura, la cual garanticen al cliente final, la confianza en obtener un producto de calidad, inocuo y de prolongada vida en anaquel (MAGA, 2007).

Un factor fundamental que es causa de la poca vida útil de la arveja china es la falta de información que tienen los exportadores de tratamientos que ayuden a extender la vida en anaquel. En Guatemala el producto que es exportado como fresco, es empacado prácticamente recién llegado del campo, en las plantas empacadoras es descalizado, clasificado y pesado, para luego ser empacado y estibado directamente en los contenedores refrigerados para ser exportados.

Se busca entonces continuar con las mismas prácticas de empaque, pero aplicando nuevas técnicas y tratamientos que ayuden a controlar la proliferación de hongos en la vaina, tales como Mancha negra (*Ascochita pisi*) y Ojo de pescado (*Botritis Sp.*). Logrando así mantener la frescura de la vaina por más tiempo en anaquel.

El presente estudio fue realizado en la empresa empacadora y exportadora Agrícola Tierra Nueva S.A. en donde la mayor parte del producto que se acopia, proviene de un gran número de agricultores con diferentes prácticas agrícolas, lo que dificulta tener una homogeneidad en la calidad de la vaina de arveja china. Para evaluar correctamente el efecto de los tratamientos y con fines netamente experimentales, se utilizó producto proveniente de un solo origen, en este caso de la finca tierra linda, finca anexa de Agrícola tierra nueva.

II. MARCO TEORICO

1. CONSUMO DE ARVEJA CHINA

1.1 Consumo local

En Guatemala, el consumo de arveja china es escaso, circunscribiéndose a un sector muy preferente (de la clase media hacia arriba) y que no tiene ninguna incidencia ni con los volúmenes producidos ni con los niveles de precio. Se puede encontrar surtida en los supermercados, presentándose en bandejas de una libra. En Guatemala se consume aproximadamente el 1.56% de lo que se produce nacionalmente. Aunque su consumo dentro de la población guatemalteca es escaso, su demanda a escala internacional la ha convertido en un cultivo de exportación, capaz de generar gran cantidad de divisas a los países productores (MAGA, 2007; Molina, R. 2014).

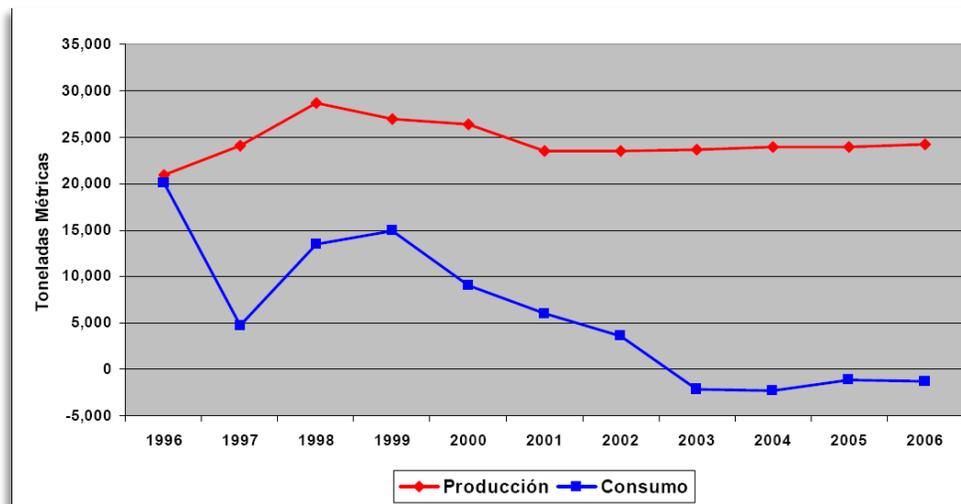


Figura 1. Consumo nacional aparente de arveja china en Guatemala para los años comprendidos entre 1996 – 2006 (MAGA, 2007).

1.2 Consumo internacional.

El mercado más importante para la arveja china guatemalteca es el mercado norteamericano, precisamente Estados Unidos y Canadá. En Norteamérica, los principales segmentos de mercado para la arveja china son los grupos étnicos asiáticos, y los consumidores que buscan productos saludables (MAGA, 2007).

Estados Unidos es un mercado de interés para Guatemala por ser la economía más grande del mundo, por la cercanía geográfica, por la tradición de relaciones comerciales entre los dos países y por la creciente población asiática en ese país (MAGA, 2007).

Guatemala cuenta con la competencia de Perú y México principalmente en el mercado de Estados Unidos, con una constante participación con entregas de producto de alta calidad y precios competitivos. Para la exportación de arveja china hay que considerar el tamaño, la distribución regional, el origen y calidad del producto. Es importante conocer como la competencia han asegurado su presencia en el mercado, así como las exigencias del consumidor. Además, considerar el control que debe de existir en cuanto a la contaminación por patógenos y residuos de plaguicidas (MAGA, 2007; Molina R. 2014).

Para el mercado norteamericano, se acostumbra enviar arveja china solamente descalizada y la variedad más recomendada por sus características apropiadas para el mercado es la Oregon pod II. La arveja china se exporta principalmente en fresco debido al auge que han tenido los vegetales frescos en el mercado norteamericano (MAGA, 2007).

En la figura 2 se pueden apreciar los volúmenes de arveja china exportados a los diferentes países, siendo los Estados Unidos el principal destino.

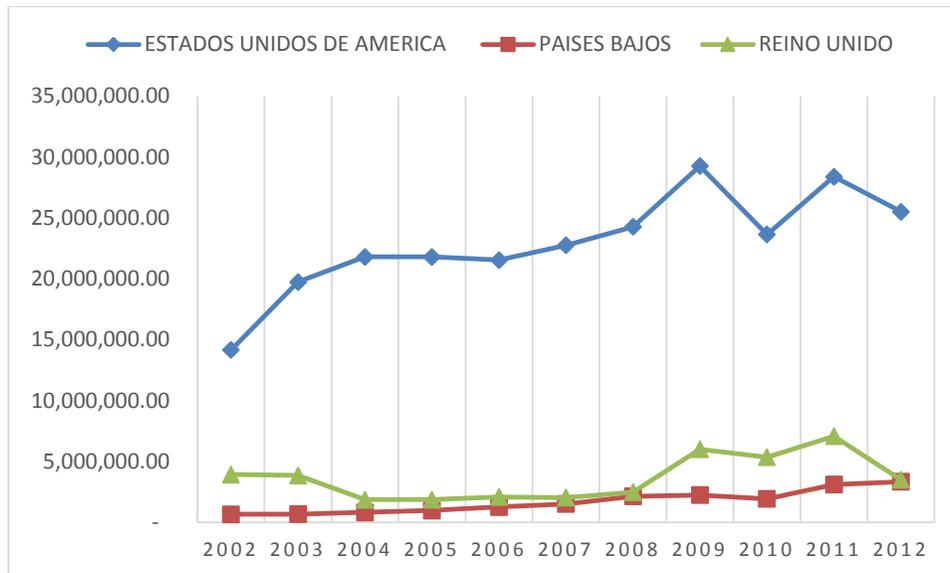


Figura 2. Volúmenes exportados de arveja china hacia los Estados Unidos, Países bajos y Reino unido. Periodo comprendido del año 2002 – 2012 (Banguat, 2012).

2. CARACTERÍSTICAS DE ARVEJA CHINA

2.1 Clasificación científica

Cuadro 1. Clasificación científica arveja china.

Nombre común	Arveja, Chícharo, Guisante, tirabeque.
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Genero	<i>Pisum</i>
Especie	<i>Pisum sativum</i>

2.2 Generalidades

La arveja china *Pisum sativum* se cultiva en Guatemala en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá, los cuales comprenden más del 95% de la producción nacional. La arveja china es conocida popularmente con los nombres de

guisante, Chícharo o tirabeque. Es una leguminosa originaria del mediterráneo y África Oriental, pertenece a la familia Fabaceae, del orden Fabales (Calderón, L.; Dardón, D.; Márquez, J.; Del Cid, M. 2000).

La arveja china es una planta que se cultiva extensamente con el objetivo de aprovechar su semilla y vaina para consumo en los humanos y como leguminosa verde para forraje de animales.

Las variedades de arveja china cultivadas en Guatemala son las siguientes:

- Oregon Sugar Pod
- Mamouth Meltin Sugar (gigante)
- Oregón Pod II

En las variedades enanas, la floración se inicia a los 55 días con una duración de 30 días y en las gigantes a los 60 y dura 50 días. Las vainas se cosechan constantemente y paralela a ésta, la planta sigue floreando. Desde el momento de la floración hasta que la vaina está lista para cosecharla, transcurren de 9 a 11 días (Calderón *et. al.* 2000).

2.3 La vaina

La calidad está determinada por el color y condición de la vaina que debe ser verde brillante, tener firmeza y textura aterciopelada, además de una apariencia de frescura. La vaina debe presentar en poca proporción las protuberancias de los granos. Si los granos dentro de la vaina están demasiado grandes, la vaina es demasiado gruesa o presenta manchas negras, verdes o blancas, y es de color verde débil o amarillento, se revela una pobre calidad del producto y este será rechazado o castigado en precio. Generalmente las vainas de variedad sugar snap pea (arveja dulce) tienen un color verde más oscuro, mientras que el verde de las vainas snow pea (arveja china) suele ser más tenue (SICA, 2009).

2.4. Índice de madurez

Depende de la variedad. Por lo general el color debe ir desde un ligero a mediano verde. Otra consideración importante es la formación del grano. Así, en el caso de la variedad Oregón no debe tener los granos formados, pero la sugar snap sí debe tener la vaina llena con grano formado (SICA, 2009).

2.5. Tamaño y peso por unidad

El ancho y tamaño de la vaina difieren de acuerdo a cada variedad. En general, los requerimientos del mercado varían entre 7.6 y 8.9 cm. De largo, y alrededor de 1.90 cm. De ancho. Los exportadores seleccionan pesos y tamaños de aproximadamente 4 gramos y 7-9 cm. Por vaina (Oregón) y 4 gramos y 6-7 cm. Por vaina (sugar snap), respectivamente (SICA. 2009).

3. POSTCOSECHA.

3.1. Almacenamiento de productos frescos en postcosecha.

Cuando se almacenan diferentes productos en una misma área, cuarto frío o contenedor, es importante considerar las condiciones óptimas de almacenamiento para cada uno y las compatibilidades entre productos. Los productos deben ser compatibles en temperatura, humedad relativa, producción o sensibilidad al etileno y las características para absorber olores. Estos factores se deben tomar en cuenta durante el periodo que transcurre entre la cosecha y el consumo para mantener la calidad y preservar las características organolépticas (Cuenta de desarrollo Honduras, 2008).

3.2. Temperatura

La temperatura óptima de almacenamiento para la arveja china es 2°C. Esta influye directamente sobre la respiración y si la temperatura de almacenamiento es mayor a la

recomendada la velocidad de respiración es más alta, generando una mayor cantidad de calor la cual puede resultar en una vida de anaquel más corta. Con el uso de temperaturas bajas, se reduce la respiración del producto y ayuda a prolongar su vida de postcosecha (Cuenta de desarrollo Honduras, 2008).

El daño causado por la alta temperatura se caracteriza por sabores alcohólicos desagradables, generalmente como resultado de reacciones de fermentación y de una degradación de la textura del tejido. Ocurre con frecuencia cuando el producto se almacena sin ventilación (a granel) a temperaturas ambientes (Cuenta de desarrollo Honduras, 2008).

3.3. Humedad relativa

La humedad relativa del aire en los cuartos de almacenamientos es el segundo factor importante en el almacenamiento de vegetales y en este caso para la arveja china. En condiciones de humedades relativas bajas el producto pierde agua de los tejidos y está asociada con la pérdida de la calidad y peso de los mismos. Si el aire está seco (baja humedad relativa), la humedad será tomada de los productos almacenados provocando el marchitamiento. Para el caso de arveja china, la humedad relativa recomendable en los cuartos de refrigeración, es del 90 al 100% (Cuenta de desarrollo Honduras, 2008).

4. EMPAQUE DE ARVEJA CHINA

4.1. Peso total de la caja

Los exportadores guatemaltecos prefieren utilizar cajas de 4.54 kg de capacidad por la aceptación de este tipo de empaque por parte del cliente norteamericano, además porque se trabaja como un producto a granel que deberá ser reempacado en destino para su venta minorista (SICA 2009; B, Ortiz. 2014).

4.2. Características del empaque

Algunas empresas exportan las arvejas chinas a granel o en bolsas de polietileno de 300 gramos, dentro de cajas de cartón. La mayoría de exportadores empaacan el producto, sin utilizar el pre empaçado, en cajas blancas de cartón parafinadas por dentro y por fuera, con dos pestañas laterales para cerrado seguro, espacio intermedio entre las tapas y agujeros laterales para la circulación del aire frío. La parafina impermeabiliza el cartón para hacerlo resistente contra la humedad generada por condensaciones. Actualmente se utilizan cajas de polipropileno que son mucho más resistentes y ligeras que las cajas de cartón con parafina (SICA, 2009; Ortiz, B. 2014).

5. DESÓRDENES FISIOLÓGICOS

5.1 Congelamiento (freezing).

Daño por congelamiento se inicia a -0.6°C (30.9°F). Este daño se manifiesta por el rápido desarrollo del tejido de embebido en agua (watersoaking), seguida rápidamente por pudriciones blandas causadas por bacterias (UCDAVIS, 2008).

5.2 Senescencia prematura (premature senescence).

Síntomas que incluyen amarillamiento de la vaina, pardeamiento del cáliz y pérdida de turgencia se desarrollarán rápidamente a temperaturas de 7.5°C (45°F) debido a la alta tasa de respiración. Por tal razón es de gran importancia mantener almacenado el producto a 2°C (34°F) (UCDAVIS, 2008).

5.3. Daño Físico

La manipulación excesiva de los vegetales afecta la calidad del producto, tanto en su consistencia como en su apariencia. El daño por manipulación es llamado daño mecánico o daño físico y se caracteriza por ser pequeños golpes o daños directos en el vegetal debido a caídas, roces o pequeños cortes. Los daños mecánicos más comunes en la vaina de arveja china, son: vainas quebradas, lesiones por mal corte, roces por desgaste. El manejo durante la cosecha es un factor crítico para la calidad de la arveja

china, ya que de ahí puede darse inicio la proliferación de agentes fitopatógeno o bien la marchites apresurada de la vaina. El manejo desde la cosecha hasta el empaque final, debe ser cuidadoso para prevenir daño a las vainas y al cáliz adherido (UCDAVIS, 2008).

5.4. Enfermedades

Existen varios hongos causantes de punteado de la vaina pod-spotting, y patógenos causantes de pudriciones que afectan a guisantes de vaina comestible. Las enfermedades más comunes incluyen Chocolate Spot y moho gris causados por *Botrytis cinerea*, pudrición blanda-acuosa Watery Soft Rot causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, pudrición por *Rhizopus sp* y *Ascochyta sp* Pod Spot. Pudrición blanda por bacterias es común después de un manejo rudo o daño por congelamiento. Pudriciones superficiales ocurren fácilmente en cáliz débiles de la vaina (pardos a cosecha) y en restos de floración de la vaina de arveja china (UCDAVIS 2008).

5.5 Tasas de Respiración

La respiración en la vaina de arveja china está relacionada directamente con la temperatura a la que se almacena el producto, a menor temperatura, menor será la tasa de respiración de la vaina, y a mayor temperatura, mayor la tasa de respiración de la vaina y con ella el deterioro acelerado de la misma. Por tal razón es de suma importancia mantener almacenada la arveja china a una temperatura de 2°C para reducir al máximo la respiración del producto y el deterioro del mismo.

Cuadro 2. Tasas de respiración para la vaina de arveja china y su variación a diferente temperatura, (UCDAVIS 2008).

Temperatura	ml CO ₂ /kg-hr
0° C (32° F)	15-24
5° C (41° F)	27-38
10° C (50° F)	34-59
15° C (59° F)	89-101
20° C (68° F)	123-180

6. ADITIVOS.

6.1 Ácido cítrico

La utilización del ácido cítrico en prácticas de conservación de los alimentos es muy variada, al respecto algunos autores lo señalan como agente anti-pardeamiento en “slices” de frutas y en la reducción de la tasa de respiración en zanahorias recién cortadas. Se ha determinado que inhibe procesos respiratorios y presenta una actividad antioxidante. Se ha descrito que el ácido cítrico inhibe la actividad de la fosfofructokinasa purificada la cual cataliza la fosforilación de la fructosa 6-fosfato a fructosa 1,6 bifosfato en la vía sendero glicólica del metabolismo respiratorio y se ha indicado que esta enzima juega un papel importante en el control de la glicólisis (Dorko 1994).

6.2 PROUD3

Es un producto fungicida bactericida con dos modos de acción por contacto y sistémico local. Por sus contenidos de aceite de tomillo, glicerina y aceite de gaulteria es muy amigable con el medio ambiente y de pronta degradación, con características que propician la rápida dispersión y penetración de los ingredientes fungicidas y bactericidas en los microorganismos adheridos a la superficie de los frutos, tales como *Escherichia coli*, *Salmonella 11inérea* y *Botritis 11inérea* gracias a su contenido (BHN, 2008).

Sus excelentes características fungicidas y bactericidas lo hacen un producto de gran utilidad para la agricultura ya que ésta desinfección alarga la vida de anaquel de los perecederos (BHN, 2008).

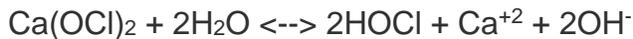
PROUD 3 puede ser usado también para la desinfección de los contenedores refrigerados usados en el transporte de las tarimas o pallets. (BHN, 2008).

Cuadro 3. Dosificaciones de PROUD3 que se han evaluado exitosamente para la desinfección de vegetales y frutas.

Producto	Dosis
Zucchini, ejotes y arvejas	5ml de PROUD 3 por cada litro de agua.
Zanahorias	10ml de PROUD 3 por cada litro de agua.
Melocotones	3ml de PROUD 3 por cada litro de agua.
Sandía y papayas	5ml de PROUD 3 por cada litro de agua.

6.3 Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio es más estable que el hipoclorito de sodio, y contiene una mayor concentración de cloro (30-75%). La reacción química con el agua es:



Al igual que el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio también aumenta el pH del agua, por lo que se aconseja acidificar el agua durante el proceso de la desinfección.

El hipoclorito de calcio está disponible como polvo blanco o tabletas, por lo que primero se debe preparar una solución, y sólo entonces inyectarla al agua tratada. La solubilidad de hipoclorito de calcio es relativamente baja, por lo que se disuelve mejor en agua suave. Se recomienda utilizar agua tibia para disolverlo para mejorar su solubilidad.

En cualquier caso, todas las formas de hipoclorito de calcio contienen residuos insolubles que forman sedimentos en la solución.

Ventajas - fácil de transportar y almacenar, más estable que el hipoclorito de sodio, no agregue sodio al agua, muy eficaz cuando se utiliza correctamente.

Desventajas - solubilidad baja, puede causar obstrucción, la concentración del cloro depende de la extensión de disolución lograda (Smart fertilizer, 2014)

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La arveja de vaina comestible es altamente perecedera, y no mantiene una buena apariencia general por más de 2 semanas. El almacenamiento por más de 14 días causa un aumento en deshidratación, amarillamiento de la vaina, pérdida de turgencia, desarrollo de almidones y pudriciones. Estos defectos se desarrollan más rápido durante distribución a 5-10°C (41 a 50°F). Es decir un descontrol en la cadena de frío, algo que en muchas ocasiones es inevitable, debido a que cuando el contenedor es despachado, no se tiene el control del comportamiento de dichos contenedores en la constancia de la temperatura requerida. Pero aplicando tratamientos preventivos directamente a la vaina, se pueden contrarrestar los daños anteriormente descritos.

Además de los aspectos fisiológicos, existen varios hongos causantes de punteado de la vaina pod-spotting, y patógenos causantes de pudriciones que afectan a la arveja de vaina comestible. Las enfermedades más comunes incluyen Chocolate Spot y moho gris causados por *Botrytis 13inérea*, pudrición blanda-acuosa Watery Soft Rot causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, pudrición por *Rhizopus* y *Ascochyta Pod Spot*. Pudrición blanda por bacterias es común después de un manejo rudo causando daño mecánico o daño por congelamiento. Pudriciones superficiales ocurren fácilmente en cáliz débiles (pardos a cosecha) y en restos de floración de la vaina de arveja china.

Tomando en cuenta que el tiempo general estipulado de vida útil de la vaina de Arveja china son dos semanas, estas deben de ser consumidas casi inmediatamente a su arribo a los mercados de destino, en este caso los Estados Unidos de América. Estas 2 semanas son tomadas en cuenta a partir de la cosecha hasta su arribo al destino final, tomándose de cuatro a siete días en llegar al puerto de destino. Quedando únicamente de siete a diez días de vida útil para el anaquel. Esto es un problema directo para los bróker estadounidenses (Clientes mayoristas o intermediarios).

Esto representa un porcentaje de rechazo de producto, el cual es descontado del pago del contenedor a los exportadores guatemaltecos. Teniendo así pérdidas directas en los contenedores trabajados.

En consecuencia, con el presente trabajo de investigación se busca evaluar la vida útil en anaquel de la vaina de arveja china, haciendo aplicaciones de diferentes tratamientos, los cuales ayuden a determinar el más efectivo y barato, para no aumentar los costos y aumentar la vida útil de este producto. Esto ayudará al gremio arvejero guatemalteco, los cuales poseen el mismo problema en común.

IV. OBJETIVOS

General:

Evaluar el efecto de ocho tratamientos sobre la vida útil de la vaina de la arveja china (*Pisum sativum*) variedad Oregón pod II.

Específicos:

- Conocer el efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de deshidratación de la vaina de arveja china.
- Conocer el efecto de los tratamientos sobre la apariencia física en la vaina de Arveja China.
- Determinar el período de tiempo máximo de vida útil anaquel de la vaina de arveja china.
- Establecer la relación beneficio/costo de los tratamientos a utilizar.

V. HIPOTESIS

5.1 HIPOTESIS ALTERNA:

- Por lo menos un tratamiento, disminuiría el porcentaje de deshidratación en la vaina de arveja china.
- Por lo menos un tratamiento, conservaría mejor la buena apariencia física de la vaina de arveja china.
- Por lo menos un tratamiento aumentaría el tiempo de vida útil anaquel de la vaina de arveja china
- Por lo menos un tratamiento mejoraría la rentabilidad de la empresa

VI. METODOLOGIA

6.1. LOCALIZACION DEL TRABAJO

El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Agrícola Tierra Nueva S.A. dedicada a la exportación de minivegetales, siendo la arveja china uno de sus productos principales. Ubicada en la 0 calle 0-46 zona 4 carretera Interamericana, km30.2 San Bartolomé Milpas Altas Sacatepéquez. Para mantener una adecuada homogeneidad en el producto a estudiar y tratar, este fue proporcionado por la finca certificada propiedad anexa de la empresa Agrícola Tierra Nueva, llamada finca Tierra Linda, ubicada en la aldea Pachalí, Santiago Sacatepéquez con Latitud 14°38'27.44"N, Longitud 90°39'15.37"O.

6.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

El producto estudiado fue la vaina de Arveja China (*Pisum sativum*) en su estado tierno. La variedad a utilizar es Oregon Pod 2.

6.3. FACTOR A ESTUDIAR

Aditivos para prolongar la vida anaquel de la vaina de arveja china.

6.4. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se utilizaron en el experimento fueron ocho, de los cuales uno fue el testigo en el que no se aplicó ningún tipo de aditivo. Los tratamientos 2, 3, y 4 fueron aplicados por separado, mientras que del quinto al octavo tratamiento fueron combinaciones entre los aditivos. En el cuadro 4 se encuentra el detalle de cada uno de los tratamientos utilizados.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Productos
1	Testigo
2	Proud3
3	Ácido Cítrico
4	Hipoclorito de Ca 65%
5	Proud3 + Ácido cítrico
6	Ácido Cítrico + Hipoclorito de Ca
7	Proud3 + Hipoclorito de Ca
8	Proud3 + Ácido Cítrico + Hipoclorito de Ca

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. Dosis de los productos

Producto	Dosis / lt
Proud3	5ml
Ácido cítrico	2g
Hipoclorito de Ca 65%	0.15g

Fuente: Elaboración propia.

La dosificación utilizada de los aditivos fue la recomendada por el fabricante de cada producto. Como se puede apreciar en el cuadro 5.

6.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el experimento se utilizó un diseño totalmente al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, con 32 unidades experimentales. El proyecto consiste únicamente de un solo factor; el efecto de los aditivos para prolongar la vida útil anaquel de la vaina de arveja china.

6.6. MODELO ESTADISTICO

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo,

Y_{ij} = variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i - ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

6.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental consistió de una caja de arveja china fresca de 4.54 kg. Ocho tratamientos y cuatro repeticiones fueron aplicados a 32 unidades experimentales.

6.8. CROQUIS DE CAMPO

En la siguiente figura se muestra la distribución de los tratamientos con sus repeticiones, y la aleatorización de cada una de las unidades experimentales que consistió en una caja de 4.54kg de arveja china.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Distribución de los tratamientos y repeticiones dentro del contenedor refrigerado a utilizar.

La distribución se llevó a cabo enumerando cada unidad experimental de 1 a 32, luego con la ayuda de una calculadora científica y la función random, se ingresaron los rangos de 1 a 32 que son el producto de los 8 tratamientos por las 4 repeticiones utilizadas. Se estibarón en el contenedor conforme la calculadora daba un número al azar.

6.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

Cuadro 6. Cronograma de actividades (parte 1 de 2)

Día	Actividad
	Cosecha y Acopio
1	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha en campo de la arveja china y traslado hacia la planta empacadora. • Pesado del producto y almacenado en cuartos fríos a 2°C
	Despunte y clasificado del producto.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó el despunte del lote completo de arveja china que se cosecho. • Se clasifico el lote completo de arveja china, separando las vainas que cumplían con las especificaciones de tamaño, color y uniformidad, de las vainas que no cumplían dichas especificaciones. • Se apartó una porción de 145.28kg de arveja china (correspondiendo 18.16kg por tratamiento), para su posterior aplicación.
	Aplicación de tratamientos
3	<p>T1 (Testigo)</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se realizó ninguna aplicación. • Se almaceno en cuarto frio a 2°C
	<p>T2 (Proud3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de Proud3 en dosis de 5ml/L para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió. • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
	<p>T3 (Ácido Cítrico)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de ácido cítrico en dosis de 2g/L para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió. • se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
	<p>T4 (Hipoclorito de Calcio)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de hipoclorito de Ca en dosis de 0.15g/litro, para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió por 5 minutos • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
	<p>T5 (Proud3 + Ácido cítrico)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de Proud3 (5ml/L) + una solución de ácido cítrico (2g/L) para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió por 5 minutos • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto

Cuadro 6. Cronograma de actividades (parte 2 de 2)

	<p>T6 (Ácido Cítrico + Hipoclorito de Ca)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de ácido cítrico (2g/L) + una solución de hipoclorito de Ca (0.15g/L) para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió por 5 minutos • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
	<p>T7 (Proud3 + Hipoclorito de Ca)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de Proud3 (5ml/L) + una solución de hipoclorito de Ca (0.15g/L) para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió por 5 minutos • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
	<p>T8 (Proud3 + Ácido Cítrico + Hipoclorito de Ca)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se preparó una solución de Proud3 (5ml/L) + una solución de ácido cítrico (2g/L) + una solución de hipoclorito de Ca (0.15g/L) para enjuagar 18.16kg de arveja china. • Se enjuago la arveja por 5 minutos y se escurrió por 5 minutos • Se almaceno en cuarto frio para quitar el exceso de agua al producto
4	Pesado, Empacado y almacenado.
	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó el pesado de la arveja china, previamente tratada y refrigerada en cuarto frio, y se empaco en cajas de 4.54kg por cada tratamiento. • Se realizó el estibado de las cajas de arveja china dentro del refrigerador especial según la distribución del croquis de campo. • Se almacenaron las cajas en un refrigerador especial a 2°C por 7 días, tiempo estipulado para el tránsito entre Guatemala y Estados Unidos.
5,6, 7,8, 9,10	<ul style="list-style-type: none"> • Se inicia el conteo de días anaquel de la arveja china. • Se mantuvieron almacenadas las cajas para el proceso de simulación de transito de Guatemala a Miami. • Se monitoreo la temperatura del refrigerador a 2°C.
	Muestreo de calidad y conteo de días anaquel.
11-29	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizó la toma de peso de cada una de las 32 cajas de arveja china. • Por cada caja de arveja, se pesó por separado la arveja con buena apariencia física saludable y la arveja con mala apariencia con presencia o no de fitopatógenos. • Se hicieron las anotaciones correspondientes. • Se volvió a colocar la arveja china buena con la mala en la misma caja, con el propósito de evaluar la capacidad de los tratamientos para evitar la propagación de los agentes fitopatógenos a las vainas en buen estado. • Se monitoreo la temperatura del refrigerador a 2°C. • Se monitoreo la humedad del refrigerador para evitar la deshidratación acelerada de la arveja. Rociando con agua si fuese necesario. • Para determinar los días útiles de anaquel de la arveja china por tratamiento, se detuvo el conteo de días cuando el porcentaje de arveja en mal estado alcanzó el 20%.

6.10. VARIABLES DE RESPUESTA

6.10.1 Porcentaje de deshidratación de la vaina.

Se realizó la toma de muestra a cada caja de arveja china al final del experimento, para determinar la pérdida de peso de la vaina durante el tiempo transcurrido.

Para conocer el porcentaje de deshidratación de la vaina de arveja china, se comparó el peso inicial de cada caja, con el peso final de la misma, la diferencia obtenida fue dividida por el peso inicial y multiplicado por 100 para obtener el porcentaje de deshidratación que sufrió el producto transcurrido el tiempo.

6.10.2. Apariencia física de la vaina.

Considerando que al inicio del experimento el producto se encontraba en perfectas condiciones de calidad, Se evaluó la apariencia física de la vaina de arveja china durante el tiempo de almacenamiento refrigerado, haciendo tomas de muestras diarias a partir del séptimo día. Con la ayuda de una persona capacitada en clasificación de arveja china se hizo revisión visual y comparó la muestra con imágenes de estándares de calidad, se reclasifico el producto y se pesó por separado el producto con buena apariencia física y el producto con mala apariencia por cada caja. Los pesos tomados se utilizaron para determinar el porcentaje de arveja china en buen estado y en mal estado durante el tiempo transcurrido.

6.10.3. Número de Días de vida útil de la vaina de Arveja China.

Se hizo el recuento de los días transcurridos iniciando a partir del séptimo día de almacenamiento del producto, y finalizando el conteo hasta el día que se notó el deterioro de la vaina y presencia de agentes patógenos como *Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizopus sp* y *Ascochyta sp*, con una tolerancia no mayor al 20% ya que un valor sobre este porcentaje es considerado el rechazo total de la caja arveja china. El manipuleo se hizo bajo condiciones controladas para evitar el daño inducido por manipulación; controlando la temperatura del producto, evitando exponer a temperatura ambiente por mucho tiempo y la completa desinfección de las manos de la persona quien manipulo el producto.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Porcentaje de deshidratación.

Para determinar que tratamiento fue el más eficaz para disminuir el porcentaje de deshidratación en la vaina de arveja china, se tomaron los siguientes datos, los cuales fueron utilizados para el análisis de varianza y prueba de Tukey.

Cuadro 7. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento Testigo T1

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T1R1	4.54	4.36	0.18	3.89%
T1R2	4.54	4.30	0.24	5.29%
T1R3	4.54	4.35	0.19	4.29%
T1R4	4.54	4.26	0.28	6.08%

Cuadro 7.1. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Proud3 T2

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T2R1	4.54	4.27	0.27	5.88%
T2R2	4.54	4.29	0.25	5.48%
T2R3	4.54	4.33	0.21	4.69%
T2R4	4.54	4.27	0.27	5.88%

Cuadro 7.2. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Ácido Cítrico

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T3R1	4.54	4.26	0.28	6.08%
T3R2	4.54	4.28	0.26	5.68%
T3R3	4.54	4.29	0.25	5.48%
T3R4	4.54	4.23	0.31	6.88%

Cuadro 7.3. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T4R1	4.54	4.35	0.19	4.09%
T4R2	4.54	4.38	0.16	3.49%
T4R3	4.54	4.35	0.19	4.09%
T4R4	4.54	4.34	0.20	4.49%

Cuadro 7.4. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Proud3+Acido cítrico.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T5R1	4.54	4.28	0.26	5.68%
T5R2	4.54	4.27	0.27	5.88%
T5R3	4.54	4.29	0.25	5.48%
T5R4	4.54	3.96	0.58	12.88%

Cuadro 7.5. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Ácido cítrico+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T6R1	4.54	4.25	0.29	6.28%
T6R2	4.54	4.27	0.27	5.88%
T6R3	4.54	4.26	0.28	6.08%
T6R4	4.54	4.28	0.26	5.68%

Cuadro 7.6. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Proud3+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T7R1	4.54	4.32	0.22	4.89%
T7R2	4.54	4.35	0.19	4.09%
T7R3	4.54	4.33	0.21	4.69%
T7R4	4.54	4.31	0.23	5.09%

Cuadro 7.7. Porcentaje de deshidratación para el tratamiento con Proud3+Acido citrico+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Diferencia	Porcentaje
T8R1	4.54	4.34	0.20	4.49%
T8R2	4.54	4.33	0.21	4.69%
T8R3	4.54	4.28	0.26	5.68%
T8R4	4.54	4.32	0.22	4.89%

7.1.1. Deshidratación de la vaina.

Cuadro 8. Análisis de la Varianza del porcentaje de deshidratación

Fuente Variación	Suma Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrado Medio	F	P>valor
Tratamiento	31.53	7	4.50	2.35	0.0563
Error	46.08	24	1.92		
Total	77.61	31			

Test: Tukey alfa=0.05

Error: 1.9198 Gl: 24

Cuadro 9. Prueba de medias de Tukey para porcentaje de deshidratación

Tratamientos	Medias (%)	Numero de muestra	Error Experimental	Clasificación
5: Proud3+A. citrico	7.48	4	0.03	A
3: A. citrico	6.03	4	0.03	A B
6: A. Citrico+Hipoclorito de Ca	5.98	4	0.03	A B
2: Proud3	5.48	4	0.03	A B
8: Proud3+A.citrico+Hipoclorito de Ca	4.94	4	0.03	A B
1: Testigo	4.89	4	0.03	A B
7: Proud3+Hipoclorito de Ca	4.69	4	0.03	A B
4: Hipoclorito de Ca	4.04	4	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Según el análisis de varianza realizado a los tratamientos evaluados, si existe diferencia significativa entre las medias de cada una de los tratamientos. Por lo tanto se procedió a realizar la prueba de medias de Tukey para determinar que tratamiento presento la mayor variación.

La prueba de Tukey realizada, indica que el tratamiento número 4 (Hipoclorito de Ca 65%) fue el que presentó menor porcentaje de deshidratación, clasificándose en el grupo B con la media más baja con un 4.04% de deshidratación. Entre los tratamientos 7, 1, 8, 2, 6 y 3 no existe una diferencia significativa en relación al porcentaje de deshidratación, clasificándose en el grupo AB. Mientras que el tratamiento 5 (Proud3 + ácido cítrico) fue el que mayor porcentaje de deshidratación experimentó durante el almacenamiento, con la mayor media de 7.48% de deshidratación. Estos datos indican la eficacia reflejada de los tratamientos para la conservación de la vaina de arveja china durante el tiempo. Con estos resultados, se puede afirmar que con el mejor tratamiento (T4) se obtendrá únicamente 0.18kg de merma por deshidratación del producto. Mientras que con el peor tratamiento (T5) mermaría hasta 0.34kg de producto por deshidratación.

7.2. Apariencia física.

Para poder determinar que tratamiento fue el más eficaz para obtener la mayor cantidad de arveja china con buena apariencia física durante su almacenamiento, se tomaron los siguientes datos, los cuales fueron utilizados para el análisis de varianza y prueba de Tukey.

Cuadro 10. Apariencia física de la arveja para el tratamiento testigo.

Tratamiento	Buena apariencia (kg)	Mala apariencia (kg)	Total (kg)
T1R1	3.24	1.30	4.54
T1R2	3.31	1.23	4.54
T1R3	2.04	2.50	4.54
T1R4	3.01	1.53	4.54

Cuadro 10.1. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Proud3.

Tratamiento	Buena apariciencia (kg)	Mala apariciencia (kg)	Total (kg)
T2R1	3.05	1.49	4.54
T2R2	3.27	1.27	4.54
T2R3	2.87	1.67	4.54
T2R4	2.69	1.85	4.54

Cuadro 10.2. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Ácido Cítrico.

Tratamiento	Buena apariciencia (kg)	Mala apariciencia (kg)	Total (kg)
T3R1	0.68	3.86	4.54
T3R2	1.00	3.54	4.54
T3R3	1.05	3.49	4.54
T3R4	0.54	4.00	4.54

Cuadro 10.3. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Buena apariciencia (kg)	Mala apariciencia (kg)	Total (kg)
T4R1	3.45	1.09	4.54
T4R2	3.23	1.31	4.54
T4R3	3.02	1.52	4.54
T4R4	2.79	1.75	4.54

Cuadro 10.4. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Proud3+Acido cítrico.

Tratamiento	Buena apariciencia (kg)	Mala apariciencia (kg)	Total (kg)
T5R1	0.96	3.58	4.54
T5R2	1.13	3.41	4.54
T5R3	0.43	4.11	4.54
T5R4	0.98	3.56	4.54

Cuadro 10.5. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Ácido citrico+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Buena apariencia (kg)	Mala apariencia (kg)	Total (kg)
T6R1	1.07	3.47	4.54
T6R2	1.23	3.31	4.54
T6R3	0.93	3.61	4.54
T6R4	0.65	3.89	4.54

Cuadro 10.6. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Proud3+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Buena apariencia (kg)	Mala apariencia (kg)	Total (kg)
T7R1	3.11	1.43	4.54
T7R2	3.13	1.41	4.54
T7R3	3.33	1.21	4.54
T7R4	2.97	1.57	4.54

Cuadro 10.7. Apariencia física de la arveja para el tratamiento con Proud3+Acido citrico+Hipoclorito de Ca.

Tratamiento	Buena apariencia (kg)	Mala apariencia (kg)	Total (kg)
T8R1	0.73	3.81	4.54
T8R2	0.64	3.90	4.54
T8R3	0.63	3.91	4.54
T8R4	0.82	3.72	4.54

7.2.1. Apariencia física de la vaina de arveja china.

Cuadro 11. Análisis de la Varianza de la apariencia física de la vaina de arveja china

Fuente Variación	Suma Cuadrados	Grados Libertad	Cuadrado Medio	F	P>valor
Tratamiento	38.70	7	5.53	60.30	0.0001
Error	2.20	24	0.09		
Total	40.90	31			

Test: Tukey alfa = 0.05

Error: 0.0917 GI 24

Cuadro 12. Prueba de medias de Tukey Para la apariencia física de la vaina de arveja china.

Tratamientos	Medias (kg)	Numero de muestra	Error Experimental	Clasificación
4: Hipoclorito de Ca	3.13	4	0.15	A
7: Proud3+Hipoclorito de Ca	3.12	4	0.15	A
2: Proud3	2.97	4	0.15	A
1: Testigo	2.90	4	0.15	A
6: A. Citrico+Hipoclorito de Ca	0.97	4	0.15	B
5: Proud3+A.Citrico	0.88	4	0.15	B
3: Ácido cítrico	0.82	4	0.15	B
8: Proud3+A.Citrico+Hipoclorito de Ca	0.70	4	0.15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

El análisis de varianza realizado a los tratamientos evaluados en esta fase, indica que existe una diferencia significativa de medias, por lo que se procede a realizar la prueba de medias de Tukey para determinar que tratamiento muestra mayor variación.

La prueba de Tukey realizada, indica el análisis de 2 grupos con diferencias significativas entre ellos. El grupo A conformado por los tratamientos (1, 2, 4 y 7) con medias superiores que no presentan diferencias significativas entre ellas, y el grupo B: conformado por los tratamientos (3, 5, 6 y 8) que no presentan diferencias significativas entre ellas pero con medias inferiores. Los tratamientos del grupo A presentaron una

mayor media en kilogramos de vainas de arveja china con buena apariencia física durante su almacenamiento. Mientras que los tratamientos del grupo B mostraron una menor media de arveja china con buena apariencia física durante el periodo de tiempo almacenado.

Estos datos indican la eficacia de los tratamientos para la conservación de la buena apariencia física y la eficacia para controlar agentes fitopatógeno que dañan la calidad del producto obtenido al final del periodo de evaluación visual que se realizó. Indican también que de cada unidad experimental de 4.54 kg, se obtendrán con el mejor tratamiento (4) un promedio de 3.13 kg de producto con buena apariencia física y por tanto en buenas condiciones, esto representa más del 70% del producto en buenas condiciones. Por otra parte con el tratamiento de menor eficacia (8), se obtienen 0.70kg en promedio de producto en buen estado un 15% del total del producto.

7.3. Días de vida útil anaquel.

7.3.1. Vida útil anaquel de la vaina de arveja china.

Determinado por apariencia física y deshidratación de la arveja.

Cuadro 13. Conteo de días de vida útil de la vaina de arveja china.

Tratamiento	Vida útil (días)
T1	15
T2	19
T3	12
T4	24
T5	13
T6	13
T7	24
T8	9

Se determinó la vida útil de la vaina de arveja china por cada tratamiento aplicado, siendo los tratamientos 4 (Hipoclorito Ca) y 7 (Proud3 + Hipoclorito de Ca) los que mayor vida útil presentaron, hasta 24 días. Los tratamientos que presentaron menos

días de vida útil fueron el tratamiento 3 (Ácido cítrico) y 8 (Proud3 + Ácido cítrico + Hipoclorito de Ca) con 12 y 9 días respectivamente.

7.4. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico realizado consistió por una parte, en estimar los costos de aplicación por kilogramo para todos los tratamientos evaluados para su utilización en el producto fresco. Por otra parte en calcular la rentabilidad de la aplicación de los tratamientos, haciendo las comparaciones entre la situación actual de la empresa (testigo), versus la adopción de los tratamientos en el proceso de producción.

Además se determinó el beneficio obtenido en la implementación de dichos tratamientos en el proceso de producción de la empresa exportadora.

En el cuadro 13 se puede apreciar el listado de precios de los productos utilizados en los tratamientos, estos precios pueden variar según la variación del mercado.

Cuadro 14. Costos de Productos utilizados

Producto	Precio	Presentación
PROUD 3	Q 220.00	Litro
Ácido Cítrico	Q 17.00	Kg
Cloro 65% (Hipoclorito de Ca)	Q 54.00	Kg

Elaboración de los costos de los productos utilizados para los tratamientos evaluados.

Fuente: Elaboración Propia.

El cuadro 13 indica los costos de utilización de los productos como tratamiento postcosecha para tratar la arveja china. Es notable que el costo más elevado es la utilización de Proud3 que representa Q2.62 para tratar una caja de 4.54 kg, seguido del Ácido Cítrico con un costo de Q0.08 para una caja de 4.54 kg, y por último el

tratamiento más barato es el del Hipoclorito de Ca con un costo de Q0.03 para una caja de 4.54 kg.

Cuadro 15. Costeo de productos para kg de arveja, Caja de 4.54 kg y contenedor de 40 Pies cúbicos.

Producto	Cantidad Utilizada en 18.92705 litros de Agua	Cantidad Utilizada / Kg de arveja	Costo / Kg de arveja	Costo / Caja de 4.54 Kg	Costo / contenedor de 18,160 Kg
Proud3	0.095 litros	0.0026185 litros	Q 0.5761	Q 2.62	Q 10,461.52
Ácido Cítrico	0.037 Kg	0.0010198 Kg	Q 0.0173	Q 0.08	Q 314.85
Hipoclorito de Ca.	0.00462 Kg	0.000127 Kg	Q 0.0069	Q 0.03	Q 124.54

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, tanto el costo de cada uno de los tratamientos como su efectividad en la conservación de la arveja china, tienen un reflejo económico el cual se muestra en el cuadro 14. En el mismo cuadro se muestra la relación de beneficio costo de cada uno de los tratamientos al igual que su rentabilidad, un dato de suma importancia para la toma de decisiones en la empresa exportadora.

Cuadro 16. Costos de producción y rentabilidad de los tratamientos.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Compra MP (kg)	Q7.00	Q7.00	Q7.00	Q7.00	Q7.00	Q7.00	Q7.00	Q7.00
Rechazo MP (kg)	Q1.93	Q1.93	Q1.93	Q1.93	Q1.93	Q1.93	Q1.93	Q1.93
Despunte MP (kg)	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88
Clasificación MP (kg)	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88	Q0.88
Costo de tratamiento (Kg)	Q0.00	Q0.5761	Q0.0173	Q0.0069	Q0.5934	Q0.0242	Q0.5830	Q0.6003
Admón. (kg)	Q0.85	Q0.85	Q0.85	Q0.85	Q0.85	Q0.85	Q0.85	Q0.85
Subtotal (kg)	Q11.54	Q12.12	Q11.56	Q11.55	Q12.13	Q11.56	Q12.12	Q12.14
Costo caja de 4.54Kg (\$)	\$6.85	\$7.19	\$6.86	\$6.85	\$7.20	\$6.86	\$7.19	\$7.20
Empaque (\$)	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00	\$1.00	Q1.00
Flete (\$)	\$1.05	\$1.05	\$1.05	\$1.05	\$1.05	\$1.05	\$1.05	\$1.05
Costo Total (\$)	\$8.90	\$9.24	\$8.91	\$8.90	\$9.25	\$8.91	\$9.24	Q9.25
Precio de Mercado (\$)	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	Q15.00
Rechazo por tratamiento (%)	36.00%	35.00%	82.00%	31.00%	81.00%	79.00%	31.00%	85.00%
Rechazo por tratamiento (\$)	\$5.40	\$5.25	\$12.30	\$4.65	\$12.15	\$11.85	\$4.65	\$12.75
Liquidación (\$)	\$9.60	\$9.75	\$2.70	\$10.35	\$2.85	\$3.15	\$10.35	\$2.25
Utilidad (\$)	\$0.70	\$0.51	(\$6.21)	\$1.45	(\$6.40)	(\$5.76)	\$1.11	(\$7.00)
Rentabilidad	7.88%	5.51%	-69.69%	16.26%	-69.19%	-64.66%	11.96%	-75.69%
Días anaquel	15	19	12	24	13	13	24	9
Beneficio / costo	1.08	1.06	0.30	1.16	0.31	0.35	1.12	0.24

El análisis económico indica que la adopción del tratamiento 4 (Hipoclorito de Ca) y tratamiento 7 (Proud3 + Hipoclorito de Ca), reducen en un 17% y 13% respectivamente

el rechazo del producto enviado con una prolongación de vida anaquel de hasta 24 días en ambos tratamientos. En el cuadro 14 se aprecia la diferencia entre el tratamiento sin ninguna aplicación, con los demás tratamientos. Dicha diferencia se marca en el beneficio obtenido por cada tratamiento utilizado, reflejado en la liquidación por caja de 4.54kg y expresando ese monto de utilidad a dimensiones de contenedores completos de arveja china.

Se aprecia que el tratamiento de menor costo y mejor rentabilidad es el tratamiento 4 (Hipoclorito de Ca) con un 16.26% de rentabilidad debido a la disminución de rechazo obtenido por parte del cliente, que a la vez mejora el monto de liquidación para el exportador. En segundo lugar está el tratamiento 7 (Proud3 + Hipoclorito de Ca) con un costo de aplicación un tanto más elevado pero con una buena rentabilidad del 11.96% y de la misma manera una reducción exitosa de rechazo. En tercer lugar está el tratamiento 2 (Proud3) que en comparación al tratamiento testigo, está por debajo en su rentabilidad con un 5.51% esto es debido a que costo de aplicación es muy caro y el porcentaje de rechazo no disminuye considerablemente respecto al testigo. El cálculo fue realizado tomando la cantidad mínima de 1 kilogramos de arveja, pasando por una caja de 4.54kg y un máximo de un contenedor refrigerado de 40 pies con capacidad de 4,000 cajas de 4.54kg. Cabe mencionar que una empresa exportadora en promedio exporta semanalmente de 4 a 6 contenedores hacia los Estados Unidos. Y que mensualmente el beneficio indicado en este estudio, se multiplica en gran cantidad.

VIII. CONCLUSIONES

Para evitar la deshidratación excesiva de la vaina en arveja china durante un largo periodo de tiempo en anaquel, el mejor tratamiento es Hipoclorito de Ca (T4), con un porcentaje de deshidratación del 4.04% durante su almacenamiento. En contraste con el tratamiento testigo (T1) que tiene un porcentaje de 4.89%, existe una reducción del 0.85% en la deshidratación de la vaina.

En cuanto a la apariencia física de la vaina, los tratamientos que ayudaron a la conservación de la calidad fueron: el tratamiento con Hipoclorito de Ca (T4), con un 69% de vainas con buena apariencia física, el tratamiento con Proud3 + Hipoclorito de Ca (T7), con un 68% y el tratamiento con Proud3 (T2), con un 65%. Aplicando dichos tratamientos comparados con el tratamiento testigo (T1) 63%, se obtiene una mejora del 6%, 5% y 2% respectivamente.

La vida anaquel de la arveja china determinada por la conservación de la buena apariencia física y su estado de hidratación, es prolongada mediante la utilización de los tratamientos T2, T4 y T7 que con respecto al testigo T1 tienen prolongaciones de 4, 9 y 9 días respectivamente.

La relación beneficio/costo de los tratamientos utilizados, permitirá la toma de decisiones a la hora de la implementación de ellos en las operaciones de la empresa exportadora. Ya que la relación beneficio/costo del testigo T1 es de 1.08, para T2 es de 1.06, para T4 1.16 y T7 con 1.12, lo cual demuestra la viabilidad económica de la implementación de cualquiera de estos tratamientos. Además se ve mejorada la rentabilidad de la actividad productiva con un incremento del 8.38% y 4.08% para los tratamientos T4 y T7, pero en el caso de T2 la rentabilidad disminuyó debido a que el costo de este tratamiento es alto, reflejando un 2.37% por debajo de la rentabilidad del tratamiento testigo (7.88%)

IX. RECOMENDACIONES

Realizar otras investigaciones utilizando otros productos de preferencia de origen natural, con arveja china y además arveja dulce que es mucho más propensa al deterioro.

Buscar y experimentar con otros tipos de empaques que ayuden a conservar de mejor manera y por mayor tiempo la arveja china para complementar a los aditivos.

Realizar otras investigaciones utilizando los mismos tratamientos pero con otros vegetales como los succhinis que mucho menos vida anaquel comparada con la arveja china.

Es conveniente experimentar con los mismos productos utilizados en esta investigación pero con distintas concentraciones de los aditivos, esto ayudaría a reducir costos si en dado caso diera los mismos resultados utilizando una menor dosis.

Realizar análisis físico-químico al producto, para descartar el riesgo de alta concentración de los aditivos en la arveja china al finalizar el experimento.

Realizar análisis organoléptico al finalizar el experimento para saber si hay alguna alteración en el sabor de la vaina de arveja china posterior a ser tratada con los aditivos utilizados.

X. BIBLIOGRAFIA

Asociación guatemalteca de exportadores AGEXPORT (2008) Ficha 31/UE. Arveja china. Disponible en: <http://www.export.com.gt/Portal/Documents/Documents/2008-10/6250/2090/Ficha31%20-%20Arveja%20China.pdf>

Bio Human Netics BHN (2008) Humagro Field report. Proud 3. Disponible en: http://www.bhn.name/news/product/PROUD3_Guatemala2009.pdf

Calderón, L.; Dardón, D.; Márquez, J.; Del Did, M. (2000) Manejo Integrado del Cultivo de Arveja China. ICTA-MITAC. Guatemala.

Cuenta de desarrollo honduras (2009). Publicaciones EDA. Boletín técnico de postcosecha. Disponible en: http://www.mcahonduras.hn/documentos/PublicacionesEDA/Poscosecha/EDA_BT_Poscosecha_Compatibilidades_10_06.pdf

Dorko, C. 1994. Antioxidants used in foods. Food Techn. 48 (4): 33-34.

Ministerio de agricultura alimentación y ganadería MAGA (2007). Unidad de políticas e información estratégica UPIE. Arveja china. Disponible en: http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/arveja_china_agronegocios.pdf

Red de revistas científicas de América latina y el caribe. REDALYC. (2007) Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61030202.pdf>

Revista de la facultad de agronomía universidad del Zulia (2009). Efecto del ácido cítrico sobre la madurez del tomate de árbol. Disponible en: http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/abril_junio2007/v24n2-8a2007.pdf

SICA (2009). Convenio MAG IICA. Arveja china. Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Convenio%20MAG%20IICA/productos/arveja_mag.pdf

United States Department of Agriculture USDA. Animal and Plant Health Inspection Service. APHIS (2008). Plant Import and Export Information. Disponible en: http://www.aphis.usda.gov/import_export/index.shtml

Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM Perú. (2005) Programa de hortalizas. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/pdf/4-p15%20a%20p31%20\(de%20arveja%20china%20a%20brocoli\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/pdf/4-p15%20a%20p31%20(de%20arveja%20china%20a%20brocoli).pdf)

University of California UCDAVIS. (2008) Postharvest Technology. Recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/guisante-arveja.shtml>

Delloyd (2000). Delloyd Lab Tech Resources Reagents and Solutions. Parts per million conversions. Disponible en: <http://delloyd.50megs.com/ppm.html>

Unidad de normas y regulaciones, (2003). Reglamento para el otorgamiento de licencias sanitarias. Disponible en: http://portal2.maga.gob.gt/unr_normativas/pdfs/1063121675AG722003.pdf

Molina, R. (2014). Consumo de arveja china (entrevista). Guatemala, Comité de arveja y vegetales Agexport.

Ortiz, B. (2014). Empaque de arveja china (entrevista). Guatemala, Agrícola tierra nueva sociedad anónima.

Ministerio de economía el Salvador, (2014), Arveja china. Ficha técnica. Disponible en: <http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-arveja-china.pdf>

Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación, (2013). El agro en cifras. Pag 36. Disponible en: <http://web.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>

Smart Fertilizer. (2014). Cloros (en línea). Hipoclorito de Calcio. Consultado 15 octubre 2014 disponible en: <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/cloro>

XI. ANEXOS



Apariencia inicial de la vaina de arveja china día 1.



Enjuague, aplicación de tratamientos.



Empaque de arveja en cajas de 4.54kg



Almacenado de las unidades experimentales dentro de refrigerador



Problemas de Pudrición encontrado en testigo.



Calidad de la vaina con Proud3.



Calidad de la vaina con Hipoclorito de Ca.



Calidad de la vaina con Proud3 + Hipoclorito de Ca.



Clasificación y pesado final del producto.

Imágenes de estándar de calidad y defectos en vaina de arveja china.

	
<p>VAINA DE ARVEJA DE BUENA CALIDAD</p>	<p>TAMAÑO OPTIMO DE VAINA</p>
	
<p>DAÑO MECANICO</p>	<p>DEFECTOS DE CALIDAD POR MAL DESCALIZADO</p>

	
<p>DAÑO POR MOSCA MINADORA</p>	<p>DAÑO POR MANCHA NEGRA</p>
	
<p>OJO DE PESCADO (manchas)</p>	