

UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS “JOSÉ MARTÍ PÉREZ”



***TESIS EN OPCIÓN AL GRADO ACADÉMICO DE
MASTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS***

Título

Evaluación del comportamiento reproductivo y productivo de Allium cepa L. var. Caribe 71 en la localidad de Topes de Collantes.

Autor: Ing. Elian Bravo Alé

Tutores:

Dra. Anayansi Albert Rodríguez

Dra. Claribel Suárez Pérez

MSc. Enrique Albelo Hernández

2011-2012

Año 54 de la Revolución

Pensamiento

Es muy justo luchar por eso, y por eso debemos emplear todas nuestras energías, todos nuestros esfuerzos, todo nuestro tiempo para poder decir en voz de millones o de cientos o de miles de millones:

¡Vale la pena haber nacido!

¡Vale la pena haber vivido!

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria.

- ❖ *A mí gran tesoro mí hijo Evián por ser lo más importante en mí vida y el objetivo de mis metas futuras.*
- ❖ *A mí mujer Osday y a mí amigo Roberto Carlos a quien quiero como un hijo.*
- ❖ *A mí mamá Mercedes, a mí papá Alberto y a mí hermano Eliel, por ser mí apoyo seguro.*

Agradecimientos

- ❖ *A mi mujer por existir y darme su apoyo incondicional.*
- ❖ *A mi familia, el más grande de mis tesoros y mi mayor orgullo, por su amor incondicional, su presencia y apoyo constante y el compartir de valores y caminos de vida.*
- ❖ *A mi profesora Claribel, gracias por existir.*
- ❖ *A mis compañeros de siempre Deurís, Ybraín, Raísa, Yasel.*
- ❖ *A mi tutora, demás profesores, compañeros de trabajo y amigos, por ser parte fundamental en mi crecimiento profesional y personal.*

Resumen:

La presente investigación Evalúa el comportamiento reproductivo y productivo de *Allium cepa* L. var. Caribe 71 en la localidad de Topes de Collantes. Se montaron dos tratamientos que comparan el método convencional de hibernación de bulbos madres con un método casero de hibernación. Se muestrearon plantas con observaciones independientes, tomadas al azar, a los indicadores: Altura de la planta, grosor del pseudotallo, número de yemas por plantas, diámetro del bulbo e índice de fecundación. Los resultados muestran que el número de yemas por plantas, índice de fecundación, dinámica de crecimiento y rendimiento de cebolla (fruto comercial), tuvo valores similares para ambos métodos, excepto para el número de yemas que mostró diferencias significativas entre el método convencional (3,25 yemas) y el casero (2,55 yemas). Los resultados reproductivos demostraron la eficiencia del método casero de hibernación en la localidad de Topes de Collantes en la obtención de semillas de cebolla (324,58 kg/ha), sin diferencias significativas con el convencional (309,46 kg/ha) que utilizan las Empresas especializadas para este fin. Los resultados productivos utilizando la semilla obtenida por el método casero muestran rendimientos comparables con los alcanzados en otras regiones de Cuba. De forma general se pudo observar que el método casero de hibernación de bulbos en la localidad de Topes de Collantes mostró potencialidades para su uso en la obtención de semillas de cebolla de la variedad caribe 71, lo cual puede traducirse en una sustitución de importaciones de semillas para la localidad y la producción estable de esta hortaliza.

Abstract

The present investigation evaluates the reproductive and productive behaviour of *Allium cepa* L. var. Caribe 71 in the locality of Topes de Collantes. Two treatments were mounted that compare the conventional method of hibernation of bulbs mothers with a homemade method of hibernation. It sampling of plants with independent observations, taken at random, to the indicators: Height of the plant, thickness of the pseudotallo, number of yolks for plants, diameter of the bulb and fecundation index. The results show that the number of yolks for plants, fecundation index, dynamics of growth and onion yield (commercial fruit), she had similar securities for both methods, were similar for both methods except for the number of yolks that showed significant differences among the conventional method (3,25 yolks) and the homemade method (2,55 yolks). The reproductive results demonstrated the efficiency of the homemade method of hibernation in the locality of Topes de Collantes in the obtaining of onion seeds (324,58 kg/ha), without significant differences with the conventional one (309,46 kg/ha) that use the specialized Companies for this objective. The productive results using the seed obtained by the homemade method shows yields comparable with those reached in other regions of Cuba. in general, it is observe observe that the homemade method of hibernation of bulbs in the locality of Topes de Collantes showed potentialities for its use in the obtaining of seeds of onion of the variety Caribe 71, that which can be translated in an import substitution of seeds for the town and the stable production of this vegetable.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	6
1.1. LA HORTICULTURA	6
1.2. EL CULTIVO DE LA CEBOLLA	6
1.2.1 <i>Principales características botánicas.....</i>	11
1.2.2 <i>Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo</i>	13
1.3 EFECTO DE ALGUNAS VARIABLES EDAFOCLIMÁTICAS EN LA INFLORESCENCIA Y REPRODUCCIÓN DE LA ESPECIE ALLIUM CEPA L.	14
1.3.1 <i>Requerimientos fotoperiódicos</i>	16
1.3.2 <i>Cambios bioquímicos durante la maduración del bulbo</i>	17
1.3.3 <i>Condiciones ambientales que favorecen la brotación</i>	18
1.3.4 <i>Fases de desarrollo vegetativo y reproductivo de Allium cepa, L.</i>	18
1.3.5 <i>Tipo de suelo altitud, pendiente y relieve</i>	19
1.4 PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ALLIUM CEPA L. EN CUBA Y EN EL MUNDO	22
1.4.1 <i>Métodos de reproducción bajo condiciones tropicales</i>	22
1.4.2 <i>Métodos de siembra para el cultivo de la cebolla</i>	23
1.6 CALIDAD Y COMERCIALIZACIÓN DE LA ESPECIE	25
1.6.1 <i>Parámetros de calidad.....</i>	25
1.6.2 <i>Calidad exportable.....</i>	26
1.6.3 <i>Calidad sanitaria en post-cosecha.....</i>	26
1.6.4 <i>Conservación y post-cosecha.....</i>	27
1.6.5 <i>Causas principales de pérdidas post-cosecha</i>	28
1.6.6 <i>Almacenamiento.....</i>	28

1.6.7 Comercialización de la especie	29
CAPÍTULO 2. DIAGNOSTICO Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	31
2.1 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE <i>ALLIUM CEPA</i> L. CON LA UTILIZACIÓN DE DOS MÉTODOS DE HIBERNACIÓN	37
2.2 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE <i>ALLIUM CEPA</i> L. A PARTIR DE BULBILLOS OBTENIDOS POR LAS SEMILLAS PRODUCIDAS POR EL MÉTODO HIBERNACIÓN CASERO	45
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	64

1. INTRODUCCIÓN

La horticultura es una de las variantes de la agricultura que más se practican en el mundo actual, su gran productividad en áreas relativamente pequeñas y su gran aceptación por los más disímiles consumidores, estimulan cada día más a los investigadores a buscar diversas tecnologías para producir más y con mejor calidad estos productos agrícolas. En Cuba, el desarrollo hortícola se aceleró después del Triunfo de la Revolución, ocupando un lugar destacado dentro del contexto agrícola del país (Rodríguez, Bauta y Cedeño, 2004). Las hortalizas, por constituir una fuente inagotable de vitaminas y otros compuestos esenciales, son de gran importancia para la dieta humana.

El cultivo de las hortalizas en Cuba es una rama relativamente reciente que acelera su desarrollo después del triunfo de la Revolución, ocupando un lugar destacado dentro del contexto agrícola del país. Las mismas son una fuente inagotable de vitaminas y otros compuestos esenciales, son de gran importancia para la dieta del hombre. Dentro de estas, la cebolla es uno de los cultivos de balance vitamínico favorable y por consiguiente gozan de una alta demanda en el mercado interno (Guenkov, 1980).

Dentro de estas especies hortícolas encontramos el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) que según Sagarpa (2004), constituye uno de los cultivos más explotados a nivel mundial y solamente es superado por el tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). A pesar de ser un producto de alta demanda en el mercado, sus especificidades ante el clima dificultan las altas producciones en los países tropicales ya que este es un cultivo que requiere de bajas temperaturas para su desarrollo y almacenamiento.

La cebolla (*Allium cepa* L.) es una de las hortalizas más importantes en muchos países a nivel mundial dado su uso en la preparación de muchos tipos de comida, así como por la recomendación que hacen los nutricionistas de incorporar su consumo en la dieta alimenticia del hombre (Galmarini, 2001).

Este cultivo es un alimento con un escaso aporte calórico porque su contenido en agua es de alrededor del 90%. En su composición se ha de tener en cuenta su

apreciable aporte de fibra y su contenido mineral y vitamínico, que la convierten en un excelente alimento regulador del organismo, constituyen una buena fuente de potasio, y presentan cantidades significativas de calcio, hierro, magnesio y fósforo. El calcio vegetal no se asimila tanto comparado con el de los lácteos u otros alimentos que se consideran buena fuente de este mineral. Algo similar ocurre con el hierro, cuya absorción es mucho mayor cuando procede de alimentos de origen animal (FUNDACIÓN EROSKI, 2009).

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo (Infoagro, 2009).

Las variedades que más se cultivan en Cuba corresponden a los tipos dulces y acuosas, con las cuales pueden tenerse cosechas durante tres o cuatro meses del año y su poder de conservación en el almacenamiento es inferior a los tres meses, produciéndose un fallo en los suministros de bulbos en los mercados por más de seis meses (Muñoz y Pratt, 2004). Su producción en nuestro país depende de variedades y semillas que hay que importar, en la cual se invierten cuantiosas sumas en divisas. Resulta difícil mantener un suministro estable de semilla de calidad de las variedades y líneas que mejor se han aclimatado al país, lo que trae como consecuencia fallos en la inducción y desarrollo del bulbo en esta latitud, así como problemas relacionados con la germinación, energía germinativa y pureza varietal.

En Cuba este cultivo nunca ha alcanzado niveles tales, como para autoabastecerse; la producción se destina fundamentalmente al consumo interno de la población, por lo que se hace necesaria la búsqueda de alternativas que contribuyan a incrementar las producciones con el menor gasto posible de recursos y, a la vez, proteger el medio ambiente.

Las condiciones climáticas del trópico se encuentran cerca de los límites biológicos de tolerancia para las especies hortícolas, las pequeñas diferencias en el clima pueden tener gran influencia en el comportamiento de las plantas, de ahí

la importancia del mejoramiento genético; para esto deben de considerarse algunos elementos tales como: recursos genéticos disponibles, enfermedades de mayor importancia, estabilidad en los rendimientos y calidad de los frutos (FAO, 1992). En nuestro país se han propuesto mejorar los parámetros productivos de *Allium cepa* L. alcanzando variedades con buenos rendimientos productivos y en las cuales, con períodos de hibernación artificial puede obtener la emisión de tallos florales y así producir las semillas botánicas de la próxima cosecha (Muñoz y Pratt, 2004).

Vázquez y Torres (2006) plantean que la floración y fructificación de *Allium cepa* L. está condicionada a las bajas temperaturas a que fueron sometidos los bulbos madres a plantar, a pesar de las diversas investigaciones realizadas en la actualidad para mejorar los parámetros productivos de la especie sigue siendo un problema.

Actualmente, se conocen muchas variedades e híbridos de cebolla, que dependiendo de su forma, color, tamaño, picantes y precocidad, dominan los mercados: interno, para consumo local y externo, para exportación; se estima que las variedades de cebolla de polinización libre se siembran en mayor porcentaje que los híbridos, mundialmente (Galmarini, 2002).

Dentro de estas especies tenemos una variedad producida en Cuba (*Allium cepa* L. var. Caribe-71) que se encuentra bien adaptada al clima tropical, es una cebolla de color rojo, de forma redondo-ovoidea, bulbos simétricos, uniformes y con buen cierre en el cuello. Posee buen grado de tolerancia al hongo *Alternaria porri* Ellis en condiciones de campo, duración de almacenamiento y potencial productivo. Está bien adaptada al clima tropical y es muy segura en la producción, desarrollando alto porcentaje de bulbos de primera calidad. Tiene además la ventaja que hace posible y económica la producción de semillas de calidad en el país (Muñoz y Pratt, 2004).

A pesar de los grandes avances que mantiene Cuba en este campo de la investigación, todavía falta mucho para lograr la independencia en el suministro del fruto agrícola de cebolla en algunos territorios montañosos, por lo cual

actualmente se presenta como problema “El desconocimiento del comportamiento reproductivo y productivo de la especie *Allium cepa* L. var. Caribe 71 en condiciones de montaña en la localidad de Topes de Collantes, Cuba”. Tomando como partida la problemática anteriormente descrita y conociendo las potencialidades climáticas que presentan los ecosistemas montañosos se realizó un trabajo para cumplir con la hipótesis planteada y alcanzar los siguientes objetivos:

Hipótesis

Si el comportamiento productivo y reproductivo de la especie *Allium cepa* L var. Caribe 71 por el método de hibernación casero es similar al obtenido por el método de hibernación convencional, entonces podríamos realizar un manejo adecuado de la especie para obtener producciones estables en la localidad de Topes de Collantes.

Objetivo General

1. Evaluar el comportamiento reproductivo y productivo de *Allium cepa* L. var. Caribe 71 en la localidad de Topes de Collantes.

Objetivos específicos

1. Comparar el efecto de dos métodos de hibernación en el comportamiento reproductivo de *Allium cepa* L. var. Caribe 71.
2. Evaluar el comportamiento reproductivo y productivo de bulbos madres hibernados en condiciones caseras.
3. Evaluar el comportamiento productivo de *Allium cepa* L. var. Caribe 71 con la semilla obtenida por el método casero en la localidad de Topes de Collantes.
4. Realizar una valoración socio-económica de los resultados.

Novedad científica:

Se aporta un nuevo método de hibernación para la producción de semilla botánica de *Allium cepa* L. var. Caribe 71 para la localidad de Topes de Collantes con buenos resultados reproductivos y productivos.

Aporte práctico:

Aplicación en la práctica productiva por los campesinos de la localidad de Topes de Collantes de un método de hibernación para la producción de semilla botánica de *Allium cepa* L. var. Caribe 71 con buenos resultados reproductivos y productivos.

CAPÍTULO 1. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1.1. La horticultura

La horticultura es la ciencia encargada del cultivo de plantas. El término viene del latín *hortus* (huerto) y *cultura* (cultivo). La horticultura también es la industria de los cultivos y, específicamente, también se usa el término para el cultivo de hortalizas. Esta rama de la agricultura se preocupa fundamentalmente de la producción de plantas utilizadas por el hombre, para alimentación, ornamentación y también para fines medicinales (Casa y Jardín, 2012).

Las producciones hortícolas en Cuba, está dado en gran medida por el nivel que se ha logrado alcanzar en la movilización del potencial existente en cada localidad para producir, con la aspiración de obtener el mayor impacto productivo, económico social y ambiental, de ahí su profundo carácter de desarrollo endógeno y de sostenibilidad territorial, lo que unido al carácter natural de sus tecnologías, sobre la base de una creciente biodiversidad, ubican a la Agricultura Urbana como un movimiento profundamente agroecológico (Turrueñas, 2011).

Dentro de estas plantas hortícolas se encuentra el cultivo de la cebolla a la cual se le hace referencia a continuación.

1.2. El cultivo de la cebolla

Importancia

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación” (Infoagro, 2011). Sin embargo, no todos los países cubren sus necesidades, por lo que han de importar una parte de su consumo.

Este cultivo ocupa uno de los primeros lugares entre las hortalizas, “se consume especialmente en estado fresco, a manera de condimento y en ensaladas” (Calvo, 2003). Otra alternativa de producción agroindustrial es su utilización como cebolla deshidratada, para ser usada como condimento en la elaboración de diferentes productos. Además se utiliza como “ingrediente en la

elaboración de vegetales mixtos, encurtidos y como cebollas en vinagre” (APH, 2000).

La cebolla es un producto de alto contenido de proteínas, calcio, fósforo, cantidades moderadas de azúcares, vitaminas y ácido ascórbico. En el cuadro siguiente se pueden notar muchas de éstas características.

Las partes más importantes de una planta de cebolla son: la raíz, el tallo, el bulbo, las hojas y la flor. Salazar (2001) asevera que el ciclo de vida de las plantas de cebolla es de mediana complejidad, no sólo por ser un cultivo bianual sino por la gran cantidad de factores que regulan el paso de la fase de crecimiento vegetativo a la formación del bulbo y de ésta a la fase reproductiva.

El cultivo

Según Lescay y Moya (2006), la cebolla (*Allium cepa*, L.) es uno de los cultivos más antiguos que se conoce en la historia del hombre y en publicaciones de Soria y Martorell (2002) y Rosales (2003), se citan como probables centros de origen, a la región de Irán, Pakistán y Afganistán y como centros secundarios a países de Asia Occidental y Mediterráneos. A pesar de que algunos afirman que todavía los historiadores y biólogos no se ponen de acuerdo en cuanto al lugar específico de dónde proviene esta especie de hortaliza, se sabe que es de algún lugar entre Asia, Europa o África (Rosales, 2003), pero casi la generalidad de la bibliografía coincide con la primera afirmación.

La cebolla es quizás, la hortaliza más popular en el mundo. Desde la antigüedad ha gozado de un gran prestigio y también se le atribuyen propiedades curativas. Es un excelente desinfectante, capaz de matar gérmenes y bacterias, purifica la sangre, es laxante, diurético, un buen tónico nervioso y además ayuda a expulsar bichos del cuerpo. La cebolla es rica en vitaminas A, B y C, con la ventaja que difícilmente se destruyen durante la cocción (Gudiel, 1987).

El mismo autor plantea que su exótico sabor, además de despertar el apetito de cualquiera, es un comodín inigualable en sopas, ensaladas, aderezos, antojitos, carnes, aves, pescado y mariscos. Quizá su único inconveniente es que

resulta pesada, sobre todo cruda, para aquellos que padecen una mala digestión. Como ingrediente y condimento, la cebolla se utiliza por lo general picada.

Cookaround (2003) refiere que en lo que respecta a esta planta, se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo ya que es una de las especies más adaptadas a los diversos climas. Pueden ser cultivadas en el trópico y en las regiones sub-árticas. Esta gran adaptación se debe principalmente a la respuesta a distintos fotoperíodos (Agriset, 2003).

Algunos autores como Quintana *et al.* (2005), Lescay y Moya (2006) y Assuero, Rattin, Saluzzo, Sasso, y Tognetti (2007) en México, Cuba y Argentina respectivamente, plantean que este cultivo constituye un renglón fundamental en la economía nacional de cada país.

En la región tropical, como consecuencia de las altas temperaturas y días cortos, la mayoría de las variedades no desarrollan bulbos y las que mejor se comportan no muestran todo su potencial productivo, ni resuelven varios de los problemas de la producción comercial (Muñoz y Prats, 1984).

Los mayores trabajos en estos países están dedicados a la búsqueda, introducción y desarrollo de nuevas variedades de días cortos adaptadas a condiciones tropicales (Pathak, 1997; Singh, 1997 y Franca, 1997). Por otra parte, Osman, Izquierdo y Galmarini (1997) hacen referencia a las pruebas que se están realizando para evaluar variedades de días cortos en diferentes países.

Importancia nutricional.

La cebolla es un alimento que debe ser incluido definitivamente en nuestra alimentación. Posee una potente acción contra el reumatismo, de manera similar al ajo (ambas se encuentran en la misma familia taxonómica). Esta disuelve el ácido úrico (responsable de la enfermedad de la gota, que afecta a los riñones y las articulaciones), lucha contra las infecciones gracias a sus sales de sosa y su potasa, que alcalinizan la sangre. La cebolla sobre todo la roja ayuda a prevenir la osteoporosis, gracias a su alto contenido del flavonoide quercetina, antioxidante de la familia del polifenol, cuya actividad es superior a la de las isoflavinas (Pérez, 2012).

Por su parte Corral (2011) plantea que la cebolla contiene minerales, como calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio y zinc y nitrógeno, también contiene vitaminas como vitamina A, vitamina C, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y ácido fólico. Las vitaminas catalizan las reacciones en el organismo, son esenciales para muchas funciones del cuerpo, son efectivas en pequeñas cantidades pero necesarias

Tabla #1. Contenido de nutrientes de *Allium cepa* L.

Nutrientes	Contenido
Agua	86 g
Hierro	0.50mg
Prótidos	1.4 g
Manganeso	0.25 mg
Lípidos	0.2 g
Cobre	0.10 mg
Glúcidos	0.08 mg
Zinc	0.08 mg
Celulosa	0.8 mg
Yodo	0.02 mg
Potasio	180 mg
Ácido Ascórbico	28 mg
Azufre	70 mg
Nicotinamida	0.50 mg
Fósforo	44 mg
Fósforo	44 mg
Ácido Pantoténico	0.20 mg
Calcio	32 mg
Riboflavina	0.07 mg
Cloro	25 mg
Tiamina	0.05 mg

Nutrientes	Contenido
Magnesio	16 mg
Carotenoides	0.03 mg
Sodio	7 mg
Calorías	20-35

Ciclo vegetativo

En el ciclo vegetativo de la cebolla se distinguen cuatro fases (Infoagro, 2010):

1.- Crecimiento herbáceo

Comienza con la germinación, formándose un tallo muy corto, donde se insertan las raíces y en el que se localiza un meristemo que da lugar a las hojas. Durante esta fase tiene lugar el desarrollo radicular y foliar.

2.- Formación de bulbos

Se inicia con la paralización del sistema vegetativo aéreo y la movilización y acumulación de las sustancias de reserva en la base de las hojas interiores, que a su vez se engrosan y dan lugar al bulbo. Durante este período tiene lugar la hidrólisis de los prótidos; así como la síntesis de glucosa y fructosa que se acumulan en el bulbo. Se requiere fotoperíodos largos, y si la temperatura durante este proceso se eleva, esta fase se acorta.

3.- Reposo vegetativo.

La planta detiene su desarrollo y el bulbo maduro se encuentra en latencia.

4.- Reproducción sexual.

Se suele producir en el segundo año de cultivo. El meristemo apical del disco desarrolla, gracias a las sustancias de reserva acumuladas, un tallo floral, localizándose en su parte terminal una inflorescencia en umbela.

Interacción genotipo/ambiente del cultivo

El fenómeno de la interacción genotipo/ambiente está representado por todos los factores externos del medio ambiente que afectan el crecimiento y desarrollo de

las plantas e influyen en la expresión genotípica favorable o desfavorablemente, dando lugar a la respuesta final denominada fenotipo, por ello uno de los problemas más comunes que se presentan al recomendar variedades de plantas para cultivarlas de forma extensiva, es considerar solamente el rendimiento medio de éstas, sin examinar la interacción genético/ambiental y la estabilidad de su comportamiento al cultivarse en una diversidad de ambientes cambiantes y contrastantes (Valenzuela, 1985).

1.2.1 Principales características botánicas

Moreira y Hurtado (2003) plantean que la cebolla pertenece al Sub. Reino: *Embryophyta* División: Fanerógamas Sub. División: Angiosperma Clase: Monocotiledónea Orden: *Liliales* Familia: *Liliaceae* Genero: *Allium* Especie: *cepa*.

La cebolla (*Allium cepa* L.), es una planta bianual, que en condiciones normales se cultiva como anual para recolectar sus bulbos, y cuando se persigue la obtención de semillas, como bianual (Maroto, 1994). Pertenece a la clase de las Monocotiledóneas, familia Alliaceae, genero *Allium* (Hanelt, 1990).

Es originaria de Asia Central, sin embargo, su domesticación se realizó en varios lugares del mundo independientemente. Actualmente se produce con éxito en climas templados y secos, e incluso, en zonas con características subtropicales, no teniendo éxito su producción en condiciones con exceso de humedad y altas temperaturas (Depresto *et al.*, 1992, citado por Castillo, 1999).

La planta es de polinización cruzada, se desarrolla a partir de una semilla hasta formar bulbo maduro y posteriormente bajo condiciones propicias de clima se produce la floración y división de bulbos. Alcanza una altura y diámetro promedios de 0.35 m y 0.015 a 0.02 m, respectivamente (Moreira y Hurtado, 2003).

Existen variadas formas de clasificar y agrupar las cebollas, según diferentes parámetros morfológicos, algunos de ellos, como señala Maroto (1994), son la abundancia de follaje, la forma del bulbo, dimensiones del bulbo, el color y la consistencia; además de otros parámetros, como precocidad en la formación del bulbo, necesidad de fotoperíodo para la bulbificación, resistencia a la emisión de vástago floral, aptitud de conservación, sabor del bulbo y contenido de materia

seca. En general, las cebollas se clasifican como de día corto, intermedio y largo, lo cual sólo representa una forma comercial de clasificación, ya que fisiológicamente la cebolla es una planta que requiere de días largos para la formación de bulbos (Giacconi y Escaff, 1993).

Material vegetal

Las variedades de cebolla son numerosas y presentan bulbos de diversas formas y colores. Pueden ser clasificadas desde diferentes puntos de vista: criterio fitogeográfico y ecológico, forma y color del bulbo, modo de multiplicación, tiempo en que se consume el producto, criterio comercial y de utilización del producto. El primer criterio es el único que puede considerarse científico y al mismo tiempo práctico, ya que implica el estudio del óptimo climático y el óptimo ecológico de las distintas variedades y es de gran importancia en la aclimatación de las mejores variedades y en la creación de otras nuevas mediante cruzamiento. Bajo el criterio comercial se pueden distinguir tres grandes grupos de variedades: cebollas gigantes, cebollas corrientes y cebolletas (AgroFórum, 2011).

AgroFórum (2011) caracterizan a las cebollas gigantes por presentar un diámetro de bulbo superior a 10-11 cm y las cebollas pequeñas o cebolletas se destinan a la preparación de encurtidos. Entre las variedades de primavera-verano destaca la cebolla Blanca de España, que es una de las variedades más apreciables de la península, con bulbo redondo, un poco puntiagudo en la parte superior, de mayor tamaño que la generalidad de todas las demás variedades conocidas, notable precocidad, sabor dulce y buena conservación. La cebolla morada española también se cultiva con mucha frecuencia en España y presenta un bulbo redondo, algo puntiagudo en la parte superior, bastante grande, dulce y de buena conservación.

Riego para el cultivo de la cebolla

Según AgroFórum (2011), el primer riego se debe efectuar inmediatamente después de la plantación. Posteriormente los riegos serán indispensables a intervalos de 15-20 días. El número de riegos es mayor para las segundas siembras puesto que su vegetación tiene lugar sobre todo en primavera o verano,

mientras que las siembras de fin de verano y otoño se desarrollan durante el invierno y la primavera. El déficit hídrico en el último período de la vegetación favorece la conservación del bulbo, pero confiere un sabor más acre. Se interrumpirán los riegos de 15 a 30 días antes de la recolección. La aplicación de antitranspirantes suele dar resultados positivos.

El sistema radical de la cebolla es superficial, por lo que el área de exploración de las raíces es muy reducida. En consecuencia, los riegos deben ser frecuentes y si la textura es gruesa, el tiempo de aplicación debe ser reducido para evitar pérdidas de agua y nutrientes por percolación. Por otra parte, el agua por encima de los bulbos, podría favorecer la proliferación de enfermedades fungosas y el amarillamiento de las hojas (Fonaiap, 1989).

Benacchio (1988), expone que el viento también constituye un factor que influye en la frecuencia de riego para este cultivo, especialmente en zonas de clima seco, donde incide notablemente en el aumento de la cantidad de agua consumida por las plantas, reduciendo por lo tanto, el tiempo entre los riegos.

El propio autor plantea que los rendimientos de las plantaciones están estrechamente ligados a la adecuada aplicación del riego, éste se encuentra dentro de los factores principales para lograr un buen desarrollo de las plantas teniendo en cuenta que estamos en las condiciones de un país tropical.

1.2.2 Principales plagas y enfermedades que afectan al cultivo

La especie (*Allium cepa* L.) es atacada por varias plagas como es el caso de la mancha púrpura (*Alternaria porri* Ellis.), la cual constituye la principal enfermedad en este cultivo. El patógeno, dado su amplio poder de adaptabilidad a las condiciones climáticas puede aparecer y alcanzar altos niveles de infección y distribución en todo el territorio nacional, causando mermas considerables en los rendimientos, ésta produce afectaciones en las hojas, tallos y bulbos siendo en el follaje donde aparecen las primeras lesiones blancas y hundidas, con su centro de color púrpura rojizo, también se encuentra otra enfermedad importante que es la raíz rosada (Martínez, Sanromá, Rovesti y Palma, 2007).

Por otra parte, Lardizabal (2007) menciona que esta enfermedad causa manchas blancas, hundidas y con un aro amarillo cuyo centro se vuelve posteriormente rojizo. En clima húmedo, la superficie de la lesión se cubre con las fructificaciones del hongo que le dan una coloración café o negra. En un periodo de 2 a 3 semanas estas manchas rodean las hojas. En los bulbos, la infección aparece cuando se aproxima la madurez, manifestándose como una pudrición acuosa en el cuello, lo cual penetra hasta el centro del bulbo. Este hongo puede sobrevivir largo tiempo en residuos de cosecha y solo necesita de lluvia o rocío para fructificar e infectar.

La especie *Pirenochaeta terrestres* S. afecta a la raíz del cultivo de la cebolla, éstas se vuelven rosadas, se arrugan y mueren, trayendo como consecuencia un pobre desarrollo del bulbo (Jiménez, 2002).

El *Thrips tabaci* Lind. según lo descrito por Huerres y Caraballo (1996), es un insecto pequeño que succiona el contenido de las células subepidérmicas dando lugar a la aparición de manchas blanquecinas en las hojas, este ataque puede ser intenso y provocar la marchitez y caída de las hojas. Al respecto, Santiago *et al.* (2002) plantea que la primera aparición de esta plaga, tanto en cebolla como en ajo, se manifiesta cuando la temperatura media del aire está en el entorno de 22°C y existen escasas precipitaciones menores de 12 mm mensuales. Además, esta plaga tiene como característica que se hospeda en gran variedad de cultivos y plantas silvestres (Salas, 2003).

1.3 Efecto de algunas variables edafoclimáticas en la inflorescencia y reproducción de la especie *Allium cepa* L.

Según Ramos (1999), *A. cepa* es una hortaliza de estación fría, que crece bien entre un amplio rango de temperaturas, su semilla germina con temperaturas entre 7 y 35°C, siendo el óptimo 18°C a 24°C. Para el crecimiento de la planta se requiere entre 18 y 25°C.

No obstante, Bermúdez (1991) afirma que esta especie se cultiva en diversos climas, para los cuales existen variedades adaptadas a las diferentes condiciones

pero a pesar de esto, la mejor calidad y el óptimo crecimiento se obtienen con temperaturas frías durante las primeras etapas y más cálidas cerca de madurez.

Es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperaturas más altas y días largos, cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo.

Vasquez (2011) asevera que prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea. Los aluviones de los valles y los suelos de transporte en las dunas próximas al mar le van muy bien. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte.

El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, y los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla.

Alvarado (2000) menciona que la radiación solar es un factor que se mide a partir de la luminosidad y es muy importante ya que las hojas de la cebolla son cilíndricas, lo que hace que su área foliar expuesta sea más bien reducida. Una alta luminosidad generalmente va acompañada por altas temperaturas, por eso que zonas con cielos despejados, fuerte radiación y ventosas son favorables para su cultivo.

Souza y Resende (2002) plantean que existen reportes que este cultivo requiere entre 18-25 °C de temperatura óptima para su desarrollo, temperaturas por encima del máximo óptimo influyen negativamente sobre el crecimiento del cultivo. Por otra parte, Lescay y Moya (2006) encontraron que aquellas plantaciones de la especie que se desarrollaban bajo temperaturas superiores a las mencionadas anteriormente mostraron correlaciones negativas contra todos los indicadores productivos medidos en sus experimentos, éste es un factor que influye directamente en la formación del bulbo. Según Navarro (2003), el exceso de temperatura es un factor desfavorable para el cultivo. Este mismo autor plantea

que la especie en cuestión generalmente se desarrolla en climas fríos, pero hoy en día existen variedades genéticamente mejoradas que crecen en un amplio rango de temperaturas.

Muñoz, Pérez y Prats (1985) han encontrado en Cuba que los niveles de 25° a 30°C aceleran el crecimiento de *Allium cepa* L. si el fotoperíodo es el adecuado, en cambio, se produce un retraso progresivo en la medida que descienden las temperaturas.

Tanto la humedad relativa como las precipitaciones están relacionadas con la especie *Allium cepa* L. ya que tienen alta incidencia en la aparición de enfermedades fungosas. Autores como Moreira y Hurtado (2003) plantean que las zonas que permanecen varios meses sin lluvia son las más ideales para la producción de cebolla (50 a 70% de humedad relativa) lográndose una buena maduración y curado natural en el campo; la condensación de la humedad (neblina) durante horas frías favorece también el desarrollo de enfermedades foliares.

Una humedad relativa baja en el período de cosecha es importante para obtener el secado y curado satisfactorio de los bulbos, así como también para disminuir ataque de hongos que dañen el follaje (Porcuna, 1999).

1.3.1 Requerimientos fotoperiódicos

Las plantaciones del cultivo de las cebollas son muy dependientes del fotoperíodo, pues cuando no existen las horas de luz necesaria con la temperatura idónea, el cultivo no es capaz de desarrollarse con la calidad requerida ni se van a obtener los rendimientos esperados, aunque sean fertilizados y regados con las exigencias que requiere esta planta.

La formación de bulbos en la cebolla requiere fotoperíodos largos, en general, la necesidad varía entre 12 y 16 horas de luz, aunque, según algunos autores, la formación del bulbo correspondería a la interacción entre fotoperíodo y temperatura (Castillo, 1999).

Por otra parte, Castillo (1999) afirma que la formación del bulbo está influenciada por varios factores, pero el más importante es el fotoperíodo. Esto significa que las condiciones de días largos, estimulan la formación de los bulbos y los tallos florales de plantas madres. El umbral crítico en la longitud del día permite clasificar los cultivares en tres grupos: de día corto 12-13 horas, día intermedio 13-14 horas y de día largo 14-16 horas.

Con fotoperíodos y temperaturas altas se acelera la formación de los bulbos, mientras que las temperaturas bajas la retrasan, pudiendo inducir incluso la floración prematura (Maroto, 1994). Con fotoperíodos cortos no hay formación de bulbos, y la planta sólo forma raíces y hojas, es decir mantiene un desarrollo vegetativo (Maroto, 1994).

1.3.2 Cambios bioquímicos durante la maduración del bulbo

Cuando las cebollas están en condiciones inductivas, aumentan las concentraciones de azúcares reducidos en los bulbos. Al mismo tiempo, se ha medido un rápido descenso de los niveles de la invertasa ácida, enzima que cataliza la conversión de la sacarosa en azúcares reducidos solubles como glucosa y fructosa. Estos cambios ocurren antes que la formación del bulbo sea visible. La formación del bulbo puede generar la hidrólisis de fructanos, acumulados con anterioridad, a fructosa y glucosa (Brewter, 1994).

La mayoría de los fotosíntatos es retenida, ya sea, en las hojas nacientes o en la base engrosada de las hojas. La exportación de fotosíntatos a las hojas es relativamente baja, y la mayoría de éstos va a las yemas más internas, especialmente durante la expansión del bulbo. Las hojas más internas, por lo tanto, adquieren asimilados desde las hojas más cercanas y las más remotas. Las raíces adquieren una baja cantidad de asimilados, sólo desde las hojas viejas (Mann, 1983).

Komochi (1990) refiere que el inicio de la dormancia es causado por la traslocación de sustancias inhibitorias del crecimiento, desde las hojas a los bulbos, durante la madurez del cultivo.

Dentro de las sustancias inhibitorias del crecimiento, se ha identificado al ácido abscísico (ABA), pero se le atribuye sólo un 10 a 20% de la acción inhibitoria. Durante el posterior almacenaje de los bulbos, la actividad del ABA es progresivamente menor y se asocia con un aumento, en primer lugar, de la actividad de las citoquininas, luego del ácido giberélico y, por último, de las auxinas (Brewster, 1997).

1.3.3 Condiciones ambientales que favorecen la brotación

El tiempo que transcurre desde la dormancia hasta la brotación, se ve afectado por las temperaturas de almacenaje y es drásticamente disminuido por humedad en el disco basal de los bulbos y por heridas en ellos. La tasa de brotación de los bulbos aumenta con temperaturas que van desde un mínimo de 0°C a un máximo en el rango de 10-20°C, dependiendo del cultivar, pero luego decae frente a temperaturas mayores a 25 hasta 30°C. Esta respuesta se observa en bulbos dormantes, pero la tasa de brotación aumenta en almacenajes prolongados de bulbos no dormantes a temperaturas máximas de 25°C. Temperaturas en el rango de 20-25°C, aplicadas por 1 a 3 semanas seguidas después de cosecha, pueden reducir la tasa de brotación. Con 35°C, se puede ocasionar un 30% de descenso de la vida de postcosecha (Brewster, 1997).

1.3.4 Fases de desarrollo vegetativo y reproductivo de *Allium cepa*, L.

Para Benavente (2003), esta especie atraviesa por cuatro fases muy marcadas durante el desarrollo. La primera fase de crecimiento herbáceo se inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo muy corto o disco, en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que origina progresivamente hojas. En esta fase, la planta desarrolla ampliamente su sistema radicular.

Komochi (1990) plantea que la segunda fase corresponde a la formación de bulbos, ésta se inicia una vez que cesa la formación de follaje, y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas, esto es ocasionado por el estímulo de días largos. Paralelamente, se produce una síntesis muy intensa de glucosa y fructosa que van siendo acumulados en el bulbo.

La tercera fase o de reposo vegetativo es en la que el bulbo maduro está en latencia y la planta no se desarrolla (Maroto, 1994).

Por último, Castillo (1999) comenta que la cuarta fase se produce en el segundo año del cultivo, comienza con la floración y termina con la producción de semillas. Se produce una vez lograda la inducción floral por efecto de bajas temperaturas. Durante el desarrollo floral, el ápice comienza a elongarse y a dar forma al escapo floral. El escapo es hueco, cilíndrico y más grueso en su parte media y en el extremo del tallo se genera una umbela con pétalos blanco azulados.

Existen otros factores relacionados con el desarrollo de *A. cepa*, por ejemplo, el nivel de inhibidores declina hacia el final de la dormancia, aumenta la actividad de citoquininas asociadas con el incremento de la actividad mitótica. Vázquez y Torres (2006) plantean que este mecanismo es seguido por un incremento en la actividad de giberelinas asociadas con la hibernación, que resulta ser el estímulo para la floración.

La floración de la cebolla requiere de un período previo de hibernación, el cual es de 30 a 40 días, a temperaturas entre 9 y 13°C. Una vez que se ha inducido la floración, el crecimiento del tallo floral es favorecido por temperaturas cercanas a 17°C. Esta respuesta depende del cultivar y tamaño de la planta al momento de recibir el estímulo de bajas temperaturas. Mientras más grande es la planta hibernada, más rápida será la floración (McGraw, 2000).

1.3.5 Tipo de suelo altitud, pendiente y relieve

Según Cookaround (2003), la especie *Allium cepa*, L. se encuentra muy extendida por todo el mundo, la razón puede estar dada a que es una de las especies que más se adapta a los diversos climas y relieves existentes. Pueden ser cultivadas en el trópico y en las regiones subárticas. Plantea que esta gran adaptación se debe principalmente a la respuesta a distintos fotoperíodos (Agriset, 2003).

Aunque en algunas regiones este cultivo se produce durante todo el año su dependencia ante las condiciones climáticas, usualmente hacen que la producción esté limitada a una o dos épocas específicas; por tal razón, las cebollas necesitan

ser almacenadas o importadas para satisfacer las demandas nacionales durante todo el año (Brice, Currah, Malins y Bancroft, 1997).

De forma general, Graszka, Scapino, Patto y Rodríguez-Olivaira (2001) y Bahnasawy, El-Haadad, El-Ansary y Sorour (2004) plantean que el cultivo de la cebolla se adapta a latitudes, climas y condiciones geográficas muy diversas. Para cada zona hay variedades dominantes, cuya producción depende de varios factores. El comportamiento de los cultivares varía normalmente en ambientes diferentes, de modo que un cultivar difícilmente es el mejor en todas las condiciones de cultivo.

Requerimiento

El cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.), requiere de temperaturas entre 18 y 35°C, lográndose los mejores rendimientos donde estas condiciones no superan los 26°C. Requiere de clima seco y mucha insolación, es relativamente resistente a la sequía, sin embargo no deberá faltar agua en las fases de germinación y desarrollo de raíces y bulbos (Benacchio, 1882). Debe garantizarse el enfriamiento del suelo durante el inicio de la fase de semillero (Doorembos, 1988). Se ha encontrado una buena relación entre la duración de cada fase de crecimiento, la temperatura y el fotoperíodo Riera (1997).

AgroFórum (2011) plantea que es una planta de climas templados, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperaturas más altas y días largos, cumpliéndose en primavera para las variedades precoces o de día corto, y en verano-otoño para las tardías o de día largo. Prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencias medias y no calcáreas. Los aluviones de los valles y los suelos de transporte en las dunas próximas al mar le van muy bien. En terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte. El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, y los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla

InfoAgro (2010) informó que los aluviones de los valles y los suelos de transporte en las dunas próximas al mar le van muy bien, en terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte. El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, y los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla.

Por otra parte, Agriset (2003) refiere que este cultivo es muy sensible al exceso de humedad, pues los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 15-25 cm. superiores del suelo. La cebolla es medianamente sensible a la acidez, oscilando el pH óptimo entre 6-6.5.

Fertilización

La fertilización debe realizarse de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, ya sea total o por etapas, evitando las pérdidas o sobre utilización de fertilizantes que puedan producir contaminación al producto y al medio ambiente. Se debe tomar en cuenta las recomendaciones de cantidad y tipo de fertilizantes, llevar un registro de aplicación, tipo de maquinaria usada, lugar de almacenamiento y tipos de fertilizantes usados (inorgánicos y orgánicos), además de contar con personal capacitado y equipos en buenas condiciones (Aljaro, 2009).

A continuación se muestra en la tabla 2 algunos de los abonos orgánicos más utilizados en la fertilización del cultivo en estudio con las principales sustancias que contienen.

Tabla #2. Caracterización de algunos de los abonos orgánicos más utilizados en el cultivo de *A. cepa*.

Tipo de material	pH	M.O (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Cl (%)	C (%)	C:N
Cachaza	7.80	41.20	1.60	1.10	0.50	0.10	23.80	14.80
Estiércol Bovino	7.90	48.10	1.80	0.70	1.70	0.50	27.90	15.50
Humus de Lombriz	6.80	56.52	2.23	1.70	1.80			

Tomado de: Mendoza (2012).

1.4 Producción y comercialización de *Allium cepa* L. en Cuba y en el mundo

Según Ice (2008), un gramo de semillas contiene de 240-330 semillas, pues el peso óptimo de 1000 semillas está por encima de los 3 g. Debe emplearse siempre semilla con una germinación superior al 80%. Los días a germinación están entre 12-15. Hay que tener muy en cuenta que la semilla pierde su poder germinativo muy rápidamente, cuando no está bien seca y envasada herméticamente, debe evitarse el uso de semillas que tengan más de un año de producidas, aunque estén en frigorífico.

El propio autor refiere que el productor debe siempre comprobar el porcentaje real de germinación de la semilla que recibió, poniendo a germinar 2-3 grupos de 100 semillas sobre un plato con un algodón, una tela o papel de filtro.

1.4.1 Métodos de reproducción bajo condiciones tropicales

Allium cepa L. puede demorar hasta 15 días en germinar y existen dos técnicas para la producción de semillas de cebolla, el método semilla-bulbo-semilla y el de semilla-semilla.

Método semilla-bulbo-semilla

En trabajos realizados por Díaz, Ramos, León y Azócar (1992), se inserta esta técnica como la que mejor se adapta a las condiciones tropicales y se basa en la producción de los bulbos madres en un ciclo, los cuales son vernalizados durante cierto período y luego sembrados en el campo para que al desarrollarse florezcan y formen semillas. Para la obtención de los bulbos madres, el manejo agronómico se efectúa como si fuese para consumo fresco, haciendo en la cosecha una selección de los bulbos sanos, almacenándolos durante 60 días a temperatura ambiente en un galpón con luz difusa. Luego son sometidos al proceso de hibernación durante 60 a 80 días, cumplido este proceso, los bulbos son sembrados para la obtención de la semilla

Método Semilla-Semilla

Según el criterio de los autores citados anteriormente, esta alternativa es más económica que la anterior, ya que el ciclo se acorta, pero en los países tropicales sólo funcionaría en zonas por encima de los 3000 m.s.n.m. El esquema consiste en sembrar los semilleros y trasplantar, de manera que cuando la plántula tenga el grosor de un lápiz reciba directamente el estímulo del frío y florezca.

1.4.2 Métodos de siembra para el cultivo de la cebolla

Siembra directa

Este método posee las siguientes ventajas:

- Elimina la labor de semillero y trasplante, ahorrando fuerza de trabajo.
- Reduce el tiempo de semilla-cosecha pues en el trasplante la postura pierde casi un mes en su adaptación al campo.
- Permite lograr altas poblaciones.

Este método de siembra requiere condiciones especiales en cuanto a la calidad de la preparación del suelo, terrenos poca intensidad de crecimiento de la maleza, topografía adecuada, buena nivelación, sembradoras de precisión, herbicidas y estricta disciplina tecnológica. También demanda mayor cantidad de semillas y otros insumos. La profundidad de siembra no debe exceder de 1.0 cm. Este tipo

de siembra se puede realizar con tres tipos de sembradoras: Saxonía A-201, Stanhay y Neumáticas. Lo importante es garantizar las normas de semilla por metro lineal y la profundidad de siembra establecida. Las normas de semilla por metro lineal de surco son de 40-45 semillas/metro lineal en las variedades rojas y de 60-70 en las amarillas y blancas. Esta diferencia se debe a la muy superior capacidad de acomodo de los bulbos en el surco, que tienen las variedades amarillas blancas, lo que permite un fuerte incremento en el número de plantas por metro, sin que se afecten significativamente los rendimientos ni el tamaño de los bulbos. Esto está mucho más limitado en las variedades rojas.

Trasplante

La producción de posturas se realiza mediante semilleros en canteros de 1.40m con 5-6 hileras separadas entre si a 15-20cm. Bajo estos parámetros se necesitan 350m² de semillero para trasplantar una hectárea (0.5ha de semilleros para trasplantar una caballería). Las posturas deben tener 3-4 hojas verdaderas y 16-18 cm. De altura para ser trasplantadas. La plantación suele realizarse manual, aunque también es posible realizarla mecanizadamente.

Siembra por bulbillos

La siembra por bulbillos es una alternativa de gran utilidad para lograr una buena producción de cebollas, entrando al mercado antes de terminar el año. Un bulbillito plantado en agosto se puede cosechar con bulbos de calidad y altos rendimientos entre el 15 de noviembre y el 15 de diciembre. Este método exige producir los bulbillos al final de la campaña de frío y almacenarlos bajo condiciones favorables durante 2-4 meses. Las ventajas económicas de hacer este tipo de producción son incuestionables, pero exige un cuidadoso planeamiento y un riguroso trabajo en todas sus fases de ejecución. (Ice, 2008).

Cosecha

Se lleva a cabo cuando empiezan a secarse las hojas, señal de haber llegado al estado conveniente de madurez. Se arrancan con la mano si el terreno es ligero, y con la azada u otro instrumento destinado a tal fin para el resto de los suelos. Posteriormente, se sacuden y se colocan sobre el terreno, donde se dejan 2-3

días con objeto de que las seque el sol, pero cuidando de removerlas una vez al día. Es conveniente que se realice bajo tiempo estable en días secos. Se van formando montones de dimensiones similares a distancias regulares, lo cual facilita el transporte al almacén y permite una apreciación aproximada de la cantidad de la cosecha. Para el transporte sobre el campo se emplean las cestas y posteriormente se llevan ensacadas al almacén Infoagro (2010).

La misma fuente menciona que para evitar la brotación de los bulbos almacenados se emplea Hidracina maleica 10 o 20 días antes de la recolección, al iniciarse el decaimiento de las plantas, a una dosis de 7-12l/ha. En caso de recolección mecanizada se realiza primero el arranque de los bulbos y después su recogida, o bien realizado en una sola operación, por medio de cosechadoras completas, que realizan también el arranque. Las cosechadoras integrales deberán ser movidas por un tractor de la misma potencia indicada en el caso del arranque, estando impulsada por la toma de fuerza.

1.6 Calidad y comercialización de la especie

1.6.1 Parámetros de calidad

Publicaciones de Tapia (1999) señalan que es usual el uso de categorías para la clasificación de la especie *Allium cepa* L., éstas orientan la calidad del producto y sus indicadores pueden variar desde: país, fracción exportable hasta fracción desecho o descarte.

Por otra parte, Aljaro (2001) plantea que la forma del bulbo es uno de los aspectos que descalifica el producto de tipo comercial exportable. En realidad son muchas las características que presenta la especie con fines evaluativos pero todos se concentran además de las anteriormente señaladas en el color, grado de adherencia de las túnicas periféricas o envolventes, presencia de daño mecánico y enfermedades o plagas.

1.6.2 Calidad exportable

Otras de las características que debe tener el cultivo para su comercialización, cuando es tierna se realiza en manojos de 3-5 plantas enteras, con hojas limpias, recortando algo las raíces. La cebolla seca se comercializa en sacos de malla rojiza y con un peso aproximado de 25 kg. Los bulbos son clasificados por tamaños para su comercialización dependiendo de las preferencias del mercado (agroFórum, 2011). En cuanto a la clasificación de cebollas tardías, es usual el uso de categorías país, fracción exportable y fracción desecho o descarte (Tapia, 1999).

Para la calidad exportable se considera las tolerancias admitidas por cada mercado, según Namesny (1993), los bulbos de cebolla para almacenaje y exportación deben estar enteros y sanos, excluyendo aquellos afectados por podredumbres u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo. También deben estar limpios, es decir, prácticamente exentos de materias extrañas visibles, exentas de daños causados por heladas, suficientemente secos, libres de humedad exterior anormal, lo que produce olores o sabores extraños. Además, el falso tallo debe presentar un corte neto y no superar 4cm. de longitud.

Este mismo autor argumenta que las cebollas deben presentar un estado que les permita soportar el transporte y la manipulación y llegar en condiciones satisfactorias al lugar de destino. Se descartan aquellos bulbos que presenten vástago floral, cuellos gruesos (cebollones), heridas o grietas, centros dobles, daño de insectos, nemátodos y enfermedades.

1.6.3 Calidad sanitaria en post-cosecha

Los hongos de post-cosecha están ampliamente distribuidos a través del mundo, pero su incidencia en un área en particular está determinada por el número de factores que interactúan en el cultivo, incluyendo el clima, prácticas culturales (fuente de la semilla, rotación de cultivos, estrategias de protección del cultivo), curado, temperatura y humedad relativa de almacenaje y método de almacenaje. El desarrollo de la enfermedad en post-cosecha depende de la temperatura y humedad relativa, bajo las cuales los bulbos son mantenidos después de la

cosecha, por lo tanto, la naturaleza y severidad de la enfermedad es producto del ambiente de pre y post-cosecha (Hayden y Maude, 1997).

Estas enfermedades pueden ser controladas regulando las condiciones ambientales en almacenaje según (Hayden *et al.*, 1994). Sin embargo, en muchos países en desarrollo el control del ambiente de almacenaje es impracticable (Thompson *et al.*, 1972, citado por Hayden *et al.*, 1994) y sólo se realiza durante el transporte cuando las cebollas son exportadas.

Las enfermedades de post-cosecha de cebollas más comunes y signo de rechazo son el moho negro (*Aspergillus niger* R.), moho azul (*Penicillium cyclopium* P. *digitalum*, *P. expansum*, *P. chrysogrum*), y pudrición gris del cuello (*Botrytis allii*, *B. byssoidea*, *B. squamosa*, *B. cinerea*) (Bruna, 2001).

Para la cebolla (de guarda y exportación), se suspende el riego de 2 a 3 semanas antes del arranque. Esta seca permite acelerar el proceso de maduración y el secado de las catáfilas externas de los bulbos; además, estos adquieren mayor consistencia y aptitud para la guarda. Los síntomas de madurez se aprecian a través de las hojas, cuya mitad o tercio superior se torna de color verde a amarillo y tiende a doblarse. A este nivel del proceso los bulbos han adquirido su máximo volumen. El momento para iniciar la cosecha es cuando el cultivo muestra un 50% de tallos doblados o caídos (Giacconi y Escaff, 1993).

Según Maroto (1994), la cosecha debe realizarse cuando los bulbos están suficientemente maduros, lo que se produce cuando 2 a 3 hojas exteriores están secas.

1.6.4 Conservación y post-cosecha

En la conservación de los bulbos de cebolla influyen grandemente tanto el método de secado como las condiciones de almacenamiento empleados, a continuación se ofrecen algunos de los procedimientos empleados según (Ice, 2008).

Procedimientos empleados (Casa y Jardín 2012).

- Refrigeración: Temperatura de 1 a 3 °C y humedad relativa de 65 a 75%.

- Almacenamiento: Temperatura ambiente (22 a 32 °C) con ventilación forzada (20 a 30 cambios de aire por hora).
- Aplicación de la radiaciones ionizantes (dosis de 60 a 90 G y de rayos gamma de cobalto-60) con posterior almacenamiento en refrigeración y/o temperatura ambiente con ventilación forzada.

1.6.5 Causas principales de pérdidas post-cosecha

Las pérdidas que se producen por brotación, pudrición y las pérdidas de peso fisiológicas, se deben fundamentalmente, a un curado deficiente, malas prácticas de cultivo (por ejemplo exceso de nitrógeno después de los 35 días) y manipulación y condiciones de almacenamiento inadecuadas (Ice, 2008).

1.6.6 Almacenamiento

La humedad elevada, la falta de aireación conveniente, la entrada al almacén de partidas de cebolla deficientemente secas, el hacinamiento y la excesiva iluminación son todas malas condiciones de almacenamiento que conducen en la mayoría de los casos, a fermentaciones y ataques por mohos y hongos saprófitos que pueden acarrear pérdidas elevadísimas por deshidratación, pudrición, inconsistencia y brotación, así como un incremento de su actividad respiratorias (Ice, 2008).

Las mayores pérdidas por pudriciones en el trópico, en la etapa de almacenamiento, se producen a medida que los bulbos son de mayor tamaño, mientras en las plantaciones para la producción de bulbos madres, los rendimientos se elevan en la misma medida que se eleva la densidad poblacional, y esto va necesariamente acompañado de la disminución del diámetro del bulbo obtenido, por lo que es factible también por esta vía elevar los rendimientos en la producción de bulbos madres Ronda (2004).

Dentro de los factores que afectan el almacenamiento de la cebollas se incluyen el cultivar, los métodos de cultivo, cosecha y curado, humedad, temperatura, diseño de la estructura del almacén y la utilización de inhibidores de brotación, a lo que

(Jones y Mann, 1963, citados por Huerres, 1980) le sumaban la calidad de la túnica de la cebolla almacenada.

En las condiciones de almacenaje las temperaturas altas incrementar la actividad respiratoria y con ello el gasto de azúcar como elemento fundamental de la materia seca en los bulbos (Huerres y Caraballo, 1996).

La calidad del almacenaje de los bulbos de cebolla está determinado por las características genéticas de la variedad, pero además influyen aspectos tales como el proceso de secado y curado en la post-cosecha, las condiciones de temperatura, humedad y aireación del local empleado, entre las fundamentales (Huerres, 1980)

1.6.7 Comercialización de la especie

En trabajos publicados por Campos (2001) se señala la exigencia cada vez más alta de la calidad, presentación, precios y diversificación de variedades de *Allium cepa* L. en el mercado, surgiendo así la necesidad de conocer e investigar más a fondo los requerimientos y demandas del mercado mundial y sus tendencias, para así obtener un producto que presente mayor estabilidad en su demanda y precio.

Respecto a las variedades más explotadas en Cuba, se plantea que el programa genético de mejora de *Allium cepa* L. comenzó con probar numerosas variedades, sustentada sobre todo, en las variedades amarillas y blancas, por ejemplo, la Granex Híbrida y en menor escala la Texas Early Grano 502, amarilla también y la Red Creole, roja (Muñoz, 1984, citado por Ronda, 2004).

Al respecto, Muñoz (1984) señala: "Por la década de los años 50 comenzaron a utilizarse otras variedades como Texas Early Grano 502 y Granex Híbrida amarilla y blanca, con las cuales se obtuvieron grandes rendimientos, estas variedades mostraron ser susceptibles al hongo *Alternaria porri* y de pobres condiciones para el almacenamiento". Por esta época se comenzó a utilizar la variedad Red creole en varias regiones del país, la que mostraba mayor resistencia al hongo y mejores condiciones para el almacenamiento.

Existen trabajos de Lescay y Moya (2006) que hacen referencia a las variedades Jagua 9-72, Creole sintética, Red creole y Caribe 71 como una de las variedades explotadas en Cuba con buenos rendimientos y adaptación, también Ronda (2004) hace mención a las bondades para Cuba de la variedades cubanas Jagua 9-72 y Caribe 71.

CAPÍTULO 2. DIAGNOSTICO Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en un área perteneciente a la Finca La Perla, perteneciente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), del municipio Cumanayagua, provincia Cienfuegos.

El área se encuentra ubicada a 700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) y en un suelo Ferralítico rojo amarillento lixiviado con sus respectivas características físicas y químicas según Ruíz y Reyes (2008) (Anexo 1). La Tabla 3 muestra los factores climáticos que ha presentado esta localidad en los últimos 4 años.

Tabla # 3. Comportamiento de las principales variables climáticas en los últimos 4 años incluyendo la etapa de experimentación.

Factor Años	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Horas Luz	Precipitación total (mm)
2005-2006	19,2	80	8	289,9
2006-2007	19,4	85	7	360,9
2007-2008	19,6	84	7,2	369,5
Nov. del 2008- Marzo del 2009	17,6	85,4	6,56	66,54
Ene. del 2009 hasta Oct.	18.35	84	6.52	269.0
Nov. del 2009 a Febrero del 2010	18.35	84	6.52	72.2

Fuente. Estación meteorológica de Topes de Collantes (2010)

Características de la variedad empleada

La variedad Caribe-71 es una cebolla de color rojo, de forma redondo-ovoidea, bulbos simétricos, uniformes y con buen cierre en el cuello. Posee buen grado de tolerancia al hongo *Alternaria porri* Ellis. en condiciones de campo, duración de almacenamiento y potencial productivo. Está bien adaptada al clima tropical y es muy segura en la producción, desarrollando alto porcentaje de bulbos de primera

calidad. Tiene además la ventaja que hace posible y económica la producción de semillas de calidad en el país (Muñoz y Pratt, 2004).

Preparación del material a plantar

La metodología empleada fue similar a la usada para producción de semilla convencional, en este trabajo se utilizaron técnicas caseras resultando una alternativa para las zonas del país que no tienen acceso a los centros especializados para la hibernación de bulbos.

Desarrollo experimental

Para el experimento 1 se utilizaron bulbos madres de cebolla de la variedad cubana Caribe-71 obtenida en la campaña (2007-2008) en la empresa Cultivos Varios Banao, para ello se montaron dos tratamientos experimentales:

- ❖ Tratamiento 1: Método de hibernación convencional.
- ❖ Tratamiento 2: Método de hibernación casero.

Tratamiento 1: Método de hibernación convencional.

En el tratamiento 1 se empleó el método convencional de hibernación artificial según lo planteado por Muñoz y Pratt (2004), los bulbos madres se mantuvieron almacenados en cámara frigorífica a temperatura entre 2 y 3 °C, durante 100 días.

Tratamiento 2: Método de hibernación casero.

Se empleó un método de hibernación también artificial (casero), el mismo se describe a continuación

Método de hibernación casero o rústico

1. Se seleccionaron los bulbos madres con diámetro mayor a 1.5 cm.
2. Se colocaron los bulbos madres seleccionados en galones semiabiertos para permitir el intercambio gaseoso.
3. Los galones se almacenaron en el piso inferior de un refrigerador doméstico para garantizar una temperatura promedio de 6-8 °C.
4. Se dejaron en reposo un período de 100 días bajo las condiciones de

hibernación antes mencionada.

5. Por último se sacaron los bulbos madres de los galones y se expusieron a temperatura ambiente durante 24 horas, luego se realizó la plantación.

Plantación

Los bulbos se plantaron el día 5 de diciembre del 2008, para ello se prepararon 2 canteros de 8m de largo, 1m de ancho y 1m de pasillo, se sembraron 4 hileras con un marco de plantación de 0.20m entre hileras y 0.15m entre plantas (espacio vital de 0,03m²), al respecto Ronda (2004) plantea que para la producción de semilla de cebolla en el trópico, aumenta la densidad poblacional a medida que disminuye el diámetro del bulbo, se pueden utilizar aquellos de menor diámetro, que actualmente se desechan y que necesariamente se producen, cualquiera que sea el marco de siembra utilizado para producirlos, sin que haya merma en los rendimientos ni disminución de la calidad de la semilla producida.

Cada uno de los canteros respondió a un método de hibernación o tratamiento a los cuales solo se les aplicó una fertilización de fondo con humus de lombriz a razón de 5t/ha y luego se mantuvo el suelo humedecido según las necesidades del cultivo.

Muestras e Indicadores evaluados

Los indicadores medidos durante el desarrollo del trabajo experimental partieron de trabajos similares realizados anteriormente por autores como Ronda (2004); Muñoz y Pratt (2004) y Lescay y Moya (2006), donde los autores evaluaron los indicadores con objetivos diferentes al estudio del comportamiento reproductivo y productivo de *Allium cepa* en condiciones montañosas.

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días después de un mes de edad de las plantas, midiéndose en los primeros muestreos los indicadores: altura de la planta, número de yemas por bulbo, número de tallos florales por bulbo, para ello se utilizó una regla de 1 metro de altura, el momento de apertura de la umbela se estableció cuando esta estuvo completamente abierta.

A partir de la emisión del tallo floral se evaluaron los indicadores: momento de

apertura de la umbela, número de flores por umbela, índice de fecundación (%), número de cápsulas por umbela, promedio de semillas por cápsula, rendimiento de semillas (kg /ha), rendimiento de cebolla (ton/ha) y peso seco de 1000 semillas (g).

Además se evaluó el rendimiento de semillas, para ello se tuvo en cuenta que por el marco de plantación usado, el número de plantas por hectárea fue igual a 333333 plantas, a partir del cual se estableció la siguiente expresión:

$$\text{Rend. de semilla (kg/ha)} = \text{Prod. Semillas / planta (kg/planta)} \times 333333 \text{ (planta/ha)}$$

Donde: Rend. de semilla: Rendimiento de semilla.

Prod. Semillas / planta: Producción de semillas por planta.

Se tomaron muestras de veinte cápsulas al azar por umbela para determinar el promedio de semillas por cápsula.

El índice de fecundación (%) se estimó mediante la siguiente expresión matemática:

$$\text{Índice de fecundación (\%)} = \frac{\text{\# Cápsulas por umbela}}{\text{\# Flores por umbela}} \times 100$$

Para todos los indicadores relacionados con peso se utilizó una Balanza Analítica de Precisión de hasta 120 Gramos. El peso de 1000 semillas se obtuvo tomando muestras aleatorias de 50 semillas por observación hasta completar el total señalado (1000) en cada tratamiento.

Las semillas se evaluaron con un 97 % de pureza y secas con 10% de humedad.

El beneficio de la semilla fue el tradicional para este cultivo, en este caso, se secaron las umbelas al sol durante 3 horas y el resto del secado se realizó en la sombra, se trillaron manualmente, se tamizaron en tamiz de 1, 5mm de diámetro,

finalmente se eliminaron las impurezas mediante la inmersión en agua y secado durante un período al sol y el resto del tiempo en la sombra.

Manejo de la semilla obtenida por método casero

Primero se procedió a realizar una prueba de germinación para la cual se utilizaron cuatro placas petri donde se depositó 50 semillas en cada una de ellas, sobre un algodón humedecido cubriendo el fondo de la placa (Anexo 1) y a la hora de germinación se procedió al conteo, determinándose el porcentaje de germinación arrojando un noventa y dos por ciento de germinación.

La siembra de la semilla obtenida que se sembró en el mes de marzo la cual tuvo una germinación satisfactoria, se le realizaron las actividades correspondientes para la producción de bulbillos que se emplearían posteriormente para el experimento 2, este material de plantación se adquirió utilizando el método convencional donde el mencionado bulbillito se almacenó durante seis meses y después se procedió a la plantación.

Plantación de los bulbillos

La metodología empleada para la plantación de los bulbillos fue la recomendada por Huerres y Caraballo (1996), estos autores plantean que este método se emplea con frecuencia en Cuba y muestra entre otros beneficios, rápido crecimiento y altos rendimientos, se basa en la cosecha previa de bulbos pequeños (bulbillos) entre los meses de Abril y Junio y después de tenerlos varios meses en reposo se procede a la plantación entre los meses de Octubre y Noviembre.

La plantación se realizó el día 8 de noviembre de 2009, para ello se prepararon 2 canteros de 4m de largo, 1,5m de ancho y 1m de pasillo, se sembraron 6 hileras con un marco de plantación de 0.20m entre hileras y 0.15m entre plantas (espacio vital de $0,03\text{m}^2$). Cada uno de los canteros respondió al mismo tratamiento (convencional), a los cuales solo se les aplicó una fertilización de fondo con humus de lombriz a razón de 5t/ha y luego se mantuvo el suelo humedecido según las necesidades que requiere el cultivo.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días después del mes de plantados los bulbillos, se evaluaron los indicadores de crecimiento siguientes; altura de las plantas, número de yemas y diámetro del cuello de los bulbos (al momento de la cosecha), empleándose una regla graduada en cm, un pie de rey (GAZ GEHARTET) y una balanza analítica de precisión con una confiabilidad de $\pm 1g$.

Para la evaluación del rendimiento se midieron los indicadores diámetro y peso de los bulbos (al final de la cosecha), según la metodología propuesta por Ronda (2004); Muñoz y Pratt (2004) y Lescay y Moya (2006), tomándose 70 plantas al azar.

Análisis estadísticos

Los tratamientos se distribuyeron bajo diseño completamente aleatorizado (DCA), con veinte observaciones cada uno, para el experimento 2 se procedió a evaluar cada uno de los indicadores propuestos, se realizó un análisis poblacional tomando 70 muestras aleatorias (plantas) en el campo. Los datos fueron procesados en el paquete estadístico STATGRAPHICS CENTURION XV.

La valoración económica se realizó teniendo en cuenta los resultados alcanzados en la presente investigación.

2.1 Comportamiento reproductivo de *Allium cepa* L. con la utilización de dos métodos de hibernación

Los resultados obtenidos demuestran que independientemente del método utilizado, la especie de cebolla *Allium cepa* L. mostró altos rendimientos de semillas botánicas y de cebolla (fruto comercial) (Tabla 4). Estos resultados son similares a los reportados por (Díaz, Ramos, León, y Azócar, 1992); (Franca, 1997) y (Muñoz y Pratt, 2004), los cuales plantean que para países tropicales los rendimientos de semillas están entre 300 y 400 Kg/ha y de cebolla entre 16 y 30 ton/ha. Es importante mencionar que todos los estudios reflejados en la literatura para la producción de cebolla excluyen métodos de hibernación ya que solo interesa el rendimiento del fruto comercial, obsérvese como en el presente estudio a pesar de aplicarse hibernación a los bulbos madres se encontraron valores de producción ínfimamente por debajo a lo reportado por estos autores.

Tabla #4. Comportamiento del rendimiento de semillas y el promedio de semillas por cápsulas en *Allium cepa*, L. Var. Caribe 71 bajo dos métodos de hibernación de bulbos madres

Indicador Tratamiento	Rend. S. (kg/ ha)	Prom. S / cápsula
H. Convencional	309,46 ^a	3,42 ^a
H. Casero	324,58 ^a	3,54 ^a
ES	7,45	0,12
CV (%)	10,50	15,46

Abreviaturas: Rend. S.- Rendimiento de Semilla; Prom. S.- Promedio de Semilla;

Al analizar el rendimiento de semillas de la variedad Caribe 71 bajo el método casero presentados en la Tabla 4, se puede observar una media de rendimiento de 324,58 kg/ha, la cual, aunque no difiere de forma estadística sobre los valores

de hibernación convencional (309,46 kg/ha) si muestra un incremento absoluto en más de 14 kg/ha de semillas, lo cual constituye un dato apreciable si se toma en consideración que las normas de siembra de semillas para países tropicales. Según Alvarado (2000) están en el orden de 2,5-3 kg/ha y por tanto se puede plantear que este método garantiza en este caso la siembra de aproximadamente 5 hectáreas más que el método que comúnmente se aplica para hibernar bulbos madres en la producción de semillas.

Los resultados obtenidos se asemejan con los reportados en la literatura por Ronda (2004) quien obtuvo rendimientos más altos, este autor trabaja igualmente la variedad Caribe 71 en la Estación de Semillas Banao, Sancti Spiritus, que es una de las zonas más productoras de semilla de cebolla en Cuba y donde el cultivo expresa la máxima capacidad reproductiva, por lo que no constituyen un patrón experimental.

La producción de semillas en Cuba con la especie *Allium cepa* L. y específicamente con la variedad caribe 71 está condicionada por la presencia de cámaras frigoríficas para hibernar los bulbos (Muñoz y Pratt, 2004), lo que constituye un riesgo constante en los productores que no tienen acceso a estos sistemas, por otra parte, la importación de semillas de cebolla se hace cada día más incosteable siendo el método de hibernación casero una excelente alternativa para muchos productores en las zonas montañosas donde existen condiciones edafoclimáticas favorables para el desarrollo de esta variedad, pero que solo se realiza cuando se les suministran las semillas al productor.

Otro indicador importante medido durante la parte experimental del trabajo lo constituyó el promedio de semillas por cápsula (Tabla 4), donde ambos tratamientos mostraron una media sin diferencias entre ellas y por debajo de 4, esto constituye un factor negativo, pues según trabajos de Muñoz, Pérez y Prats (1985) el promedio para esta variedad en Cuba oscila alrededor de 4,5 semillas por cápsulas.

Estos efectos negativos en la reproducción de la variedad están dados por las condiciones existentes durante el experimento, en el cual no se tuvo en cuenta la

utilización de insectos para lograr una eficiente polinización, conociendo además que *Allium cepa* L. requiere fundamentalmente de esta vía para lograr el paso del polen al estigma, tanto para este indicador como para el índice de fecundación (Tabla 5) nunca fue objetivo la comparación con trabajos en otras zonas, sino compararlos de acuerdo al método de hibernación utilizado.

Tabla #5. Comportamiento del índice de fecundación, rendimiento de cebolla y yemas por planta en *Allium cepa*, L. Var. Caribe 71 bajo dos métodos de hibernación de bulbos madres

Indicador Tratamiento	Í. Fec. (%)	Rend. Ceb. (ton/ha)	Yemas/ planta
H. Convencional	73,04 ^a	13,82 ^a	3,25 ^a
H. Casero	70,60 ^b	14,90 ^a	2,55 ^b
ES	0,58	0,63	0,16
CV (%)	3,59	19,11	24,19

Abreviaturas: I. Fec.- Índice de Fecundación; Rend. Ceb.- Rendimiento de Cebolla

En la Tabla 5 se presentan los resultados del índice de fecundación, donde el método de hibernación casero mostró valores de significativa diferencia con una media de 70,60% la cual se encuentra por debajo de los valores en el caso del método convencional 73,04%, este resultado puede estar dado por la influencia de las temperaturas sobre el desarrollo de los órganos sexuales, ya que esta especie es dependiente del comportamiento de las temperaturas y se recomienda para su óptima fecundación valores entre 12 y 14°C, por debajo del promedio de la temperatura durante el desarrollo experimental (Tabla 5) en el área.

También resultan significativas las diferencias entre el número de yemas por plantas en ambos tratamientos (Tabla 5), en el mismo se destacan los valores

promedios del método convencional muy por encima de los obtenidos en el caso del método casero, lo cual puede estar dado según Vázquez y Torres (2006), a que las bajas temperaturas en el proceso de hibernación determinan junto con el fotoperíodo el incremento de la hormona giberelina y al desarrollo de los órganos sexuales, siendo la giberelina la responsable de la emisión de yemas laterales.

Como se puede apreciar en la descripción de los métodos utilizados del Capítulo 3, en el método convencional se someten a los bulbos madres a temperaturas entre 2 y 3⁰C la cual es muy inferior a las temperaturas del método casero que se comporta sobre los 8⁰C y por tal motivo, este último método presenta menor cantidad de yemas laterales lo que no implica los resultados finales en el rendimiento de semillas que presentó un mejor comportamiento en el método casero.

En cuanto al rendimiento de cebolla, los resultados fueron similares a la producción de semillas, notándose un incremento de 1 ton/ha aproximadamente para el caso del método casero, obsérvese como a pesar de no existir diferencias estadísticas, si hubo una mayor producción en términos absolutos, lo cual se puede atribuir a la menor cantidad de yemas emitidas, al mayor crecimiento (Tabla 5) del método casero y por tal motivo mayor vigor de la planta y los bulbos.

Al respecto, en Cuba, Muñoz y Pratt (2004) han reportado resultados productivos similares a los obtenidos en la presente investigación aunque siempre superiores. Estos autores plantean para Sancti Spiritus producciones entre 16-25 ton/ha, encontrándose de forma general mucha variación en el país, es de destacar que al comparar la variedad Caribe 71 con otras variedades como la Red Creole los rendimientos favorecen a Caribe 71, lo que justifica la explotación de esta variedad en Cuba.

La tabla 6 muestra la dinámica de crecimiento con diferencias entre ambos métodos, a partir de los 60 días con 59,20cm y 67, 65cm para el tratamiento 1 y 2 respectivamente, desde ese momento ambos tratamientos mantuvieron un incremento similar siempre con diferencias significativas entre ellos y donde el

método casero mostró una diferencia final de más de 4cm de altura, incremento que coincide con el rendimiento de semillas y de cebolla.

Tabla #6. Dinámica de crecimiento (cm) de *Allium cepa*, L. Var. Caribe 71 bajo los efectos de los dos métodos de hibernación empleados en los tratamientos.

Edad (Días) \ Tratamientos	30	45	60	75	\bar{X}
1	32.21 ^f	47.65 ^e	59.20 ^d	74.40 ^b	53.36 ^b
2	32.67 ^f	44.62 ^e	67.65 ^c	84.22 ^a	57.29 ^a
\bar{X}	32.44 ^d	46.14 ^c	63.42 ^b	79.31 ^a	

Letras iguales no difiere significativamente ($P \leq 0,05$)

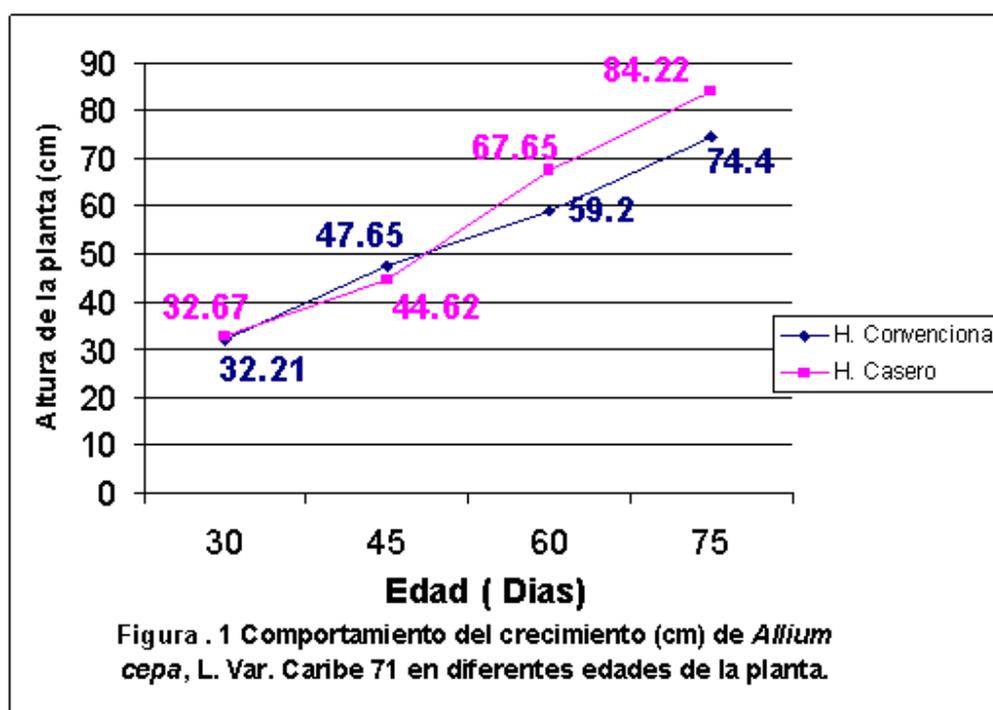
ES tratamiento = 0.70; ES edad= 0.99; ES interacción= 1.40; C.V (%)= 11.35%

La diferencia entre los tratamientos pudo estar dada por la diferencia de temperatura con la que fueron hibernados, al respecto Aljaro (2001) plantea que en el período de hibernación los bulbos acumulan las bajas temperaturas lo que evidencia la diferencia de crecimiento entre los dos tratamientos.

Por otra parte Vázquez y Torres (2006) afirman que las bajas temperaturas retardan el metabolismo y a la hora de la plantación las plantas que son sometidas a hibernación tienen más sustancias de reserva en su composición lo que demuestra el aumento en el crecimiento de un tratamiento 1 sobre el 2.

La Figura 1 muestra el comportamiento del crecimiento de la especie en cuestión bajo el método de hibernación casero, al respecto es válido señalar que el aumento del tratamiento 2 respecto al 1 puede estar dado a las diferencias de temperatura a que fueron hibernados ambos tratamientos, pues la suma de las

bajas temperaturas del método convencional (2-3) y las bajas temperaturas de la zona experimental (Tabla 3) como factor acumulado y ligado a los días cortos de la época de siembra pueden influir negativamente en el crecimiento del cultivo, coincidiendo con lo planteado por Vázquez y Torres (2006), quienes aseveran que las bajas temperaturas por debajo del rango óptimo o por encima retardan el crecimiento y pueden ocasionar una disminución en el crecimiento del cultivo en cuestión.



Como se ha explicado anteriormente este efecto pudiera ser más bajo para el tratamiento casero donde las temperaturas de hibernación fueron de 8 °C y con un menor efecto adverso de las bajas temperaturas sobre el crecimiento de *Allium cepa* L. coincidiendo con lo planteado por (Ramos, 1999), quien expresó que los bulbos hibernados a temperaturas superiores a 5°C pueden presentar un crecimiento no adecuado para la especie en estudio.

Los resultados del número de tallos florales por plantas (Figura 2) indican un mayor incremento para el caso del tratamiento 2, en el que se observó un

promedio de 2,1 tallos por planta al compararse con el tratamiento 1 que solo mostró 1,6 tallos por planta.

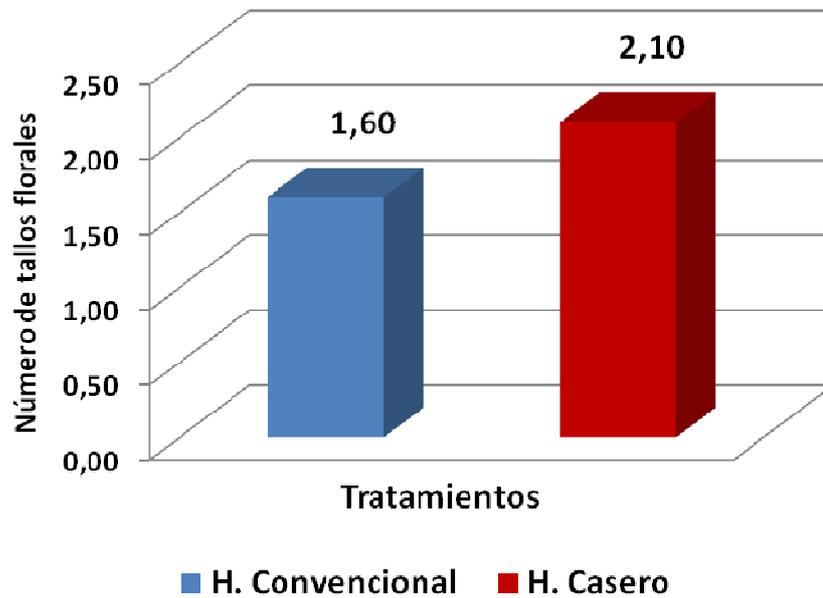


Figura #2. Número de tallos florales por planta en *A. cepa*.

Ambos tratamientos estuvieron por debajo de lo planteado por Ronda (2004), el cual obtuvo promedios entre 2 y 4 tallos, estos resultados pudieran estar dados al diámetro inicial de los bulbos madres, ya que este mismo autor afirma la necesidad de bulbos con diámetros superiores a 6cm para tener una adecuada brotación de tallos florales y en la presente investigación se emplearon bulbos con diámetro alrededor de 1,5, lo cual es un factor que influye negativamente en el número de yemas por plantas, lo que provocó que el número de tallos florales emitidos estén por debajo de lo alcanzado por el autor antes mencionado.

Por último se comparó el peso de 1000 semillas en cada tratamiento (Figura 3), encontrándose valores de 2,47 gramos para el tratamiento 1 y 2,57 gramos para el tratamiento 2, esto indica un ligero aumento en el peso de las semillas producidas bajo el método de hibernación casero y por tanto una menor cantidad de semillas/kg pero con mayor vigor, ya que según (Bravo y López, 2009) la planta alcanza mayor cantidad de sustancias de reservas para los primeros estadios de

vida. Este último aspecto debe considerarse, pues a pesar de no ser objeto de esta investigación resulta muy importante para predecir la calidad de las semillas obtenidas.

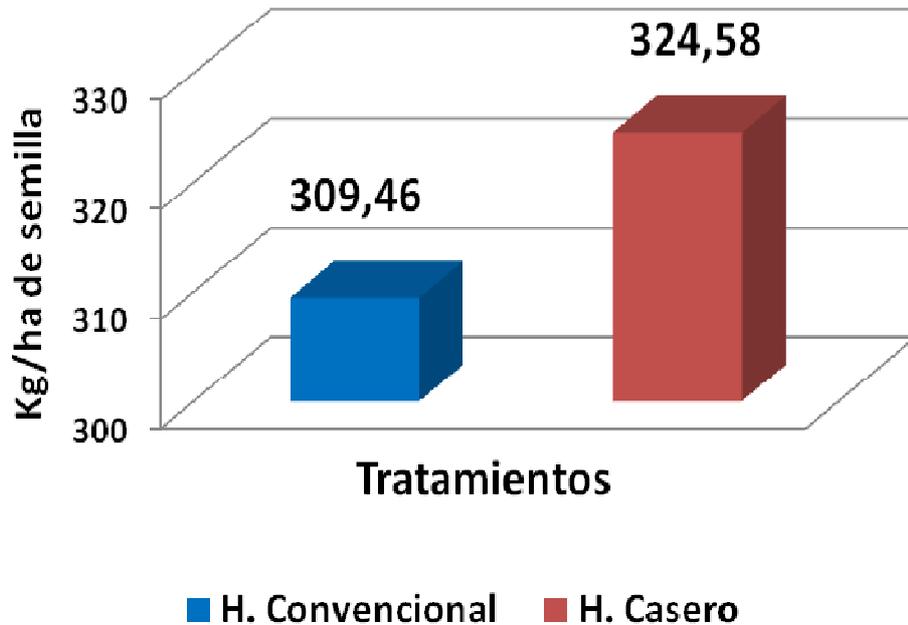


Figura 3. Rendimiento de semillas de *Allium cepa* L. (Kg/ha).

Sin embargo, a pesar de lo antes planteado, los resultados obtenidos en este último indicador están por debajo de lo reportado en la literatura (Moroto, 1989, citado por Herrera y Carrillo (2007), donde se plantean pesos de 3-4 gramos en 1000 semillas, la causa pudiera estar dada a la alta variabilidad de pesos que presentan las semillas cosechadas, según reportes de Cadger y Hall (2004), el peso de la semilla puede variar más de 100% entre cultivares. Estos autores indican, que el peso de la semilla es una característica importante en la comercialización, porque determina el número aproximado de semillas por unidad de peso, lo cual permite calcular la cantidad de semillas requeridas para sembrar.

2.2 Comportamiento productivo de *Allium cepa* L. a partir de bulbillos obtenidos por las semillas producidas por el método hibernación casero

La Figura 4 muestra la frecuencia relativa para la variable altura de la planta al momento de la cosecha, donde el 88% de las plantas evaluadas se encontraban entre 37 y 47cm de altura, lo cual indica que existe un desarrollo adecuado de la planta, estos resultados se asemejan con los reportados por el Bravo y López (2009) donde se evaluó la altura de plantas de cebolla de esta misma variedad en condiciones semejantes con un crecimiento entre 50 y 60cm.

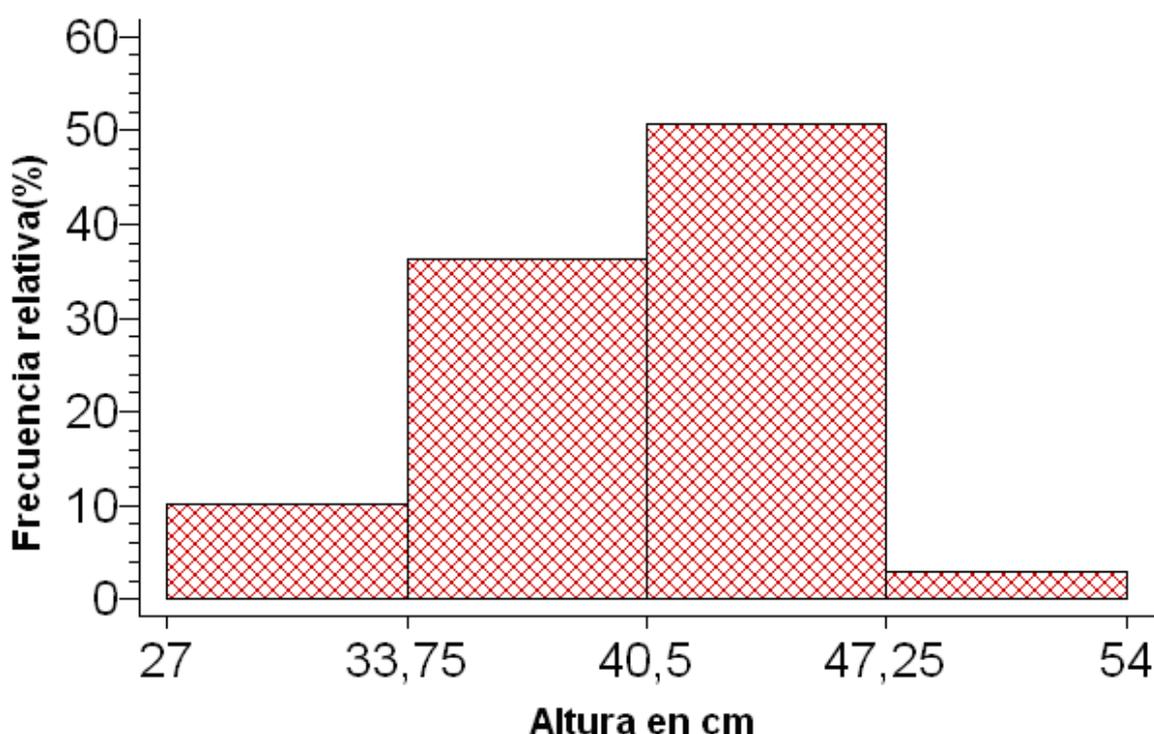


Figura 4. Histograma de frecuencias relativas de la altura a los 3 meses

Con relación a la altura se obtuvo un predominio de plantas que poseían una altura superior a 33,75cm, estos resultados se comportan inferiores a los alcanzados por los autores antes mencionados, donde se trabajó con bulbillos hibernados. Vázquez y Torres (2006) aseveraron que los bulbillos desde el punto

de vista fisiológico pueden reservar mayor cantidad de sustancias y por tanto tener un crecimiento más activo desde el momento de la plantación. Además, este comportamiento puede estar dado porque una disminución de la temperatura reduce el metabolismo, y por lo tanto hay menos utilización de la sustancia de reserva en el bulbo y a la hora de plantar el material éste posee un mayor contenido de reserva, lo que evidencia el aumento del crecimiento en el cultivo.

Por otra parte, podemos señalar que la altura de las plantas está estrechamente relacionada con las variables climáticas temperatura, precipitación, humedad relativa, horas de luz, las cuales incidieron de forma positiva en el crecimiento de las mismas. Con relación a la radiación solar, Alvarado (2000) menciona que éste es un factor que se mide a partir de la luminosidad y reviste gran importancia, ya que las hojas de la cebolla son cilíndricas, lo que hace que su área foliar expuesta sea más bien reducida. Una alta luminosidad generalmente va acompañada por altas temperaturas, es por eso que zonas con cielos despejados, fuerte radiación y ventosas son favorables para su cultivo.

La Figura 5 muestra el comportamiento del diámetro del cuello de los bulbos, donde el 87% de las plantas presentaron un diámetro entre 0.5 y 1.5 cm, siendo este resultado inferior a lo expuesto por Jones y Mann (1976-1977), y por Huerres y Caraballo (1996), quienes utilizaron diferentes tipos de fertilizantes (abonos orgánicos, humus de lombriz, químicos, productos hormonales) y obtuvieron diámetros entre 1.5 y 2cm, teniendo en cuenta que en el presente trabajo solo se fertilizó con humus de lombriz al razón de 5t/ha. Se debe señalar que el grosor del cuello del bulbo está estrechamente relacionado con la época de siembra y la fertilización del suelo.

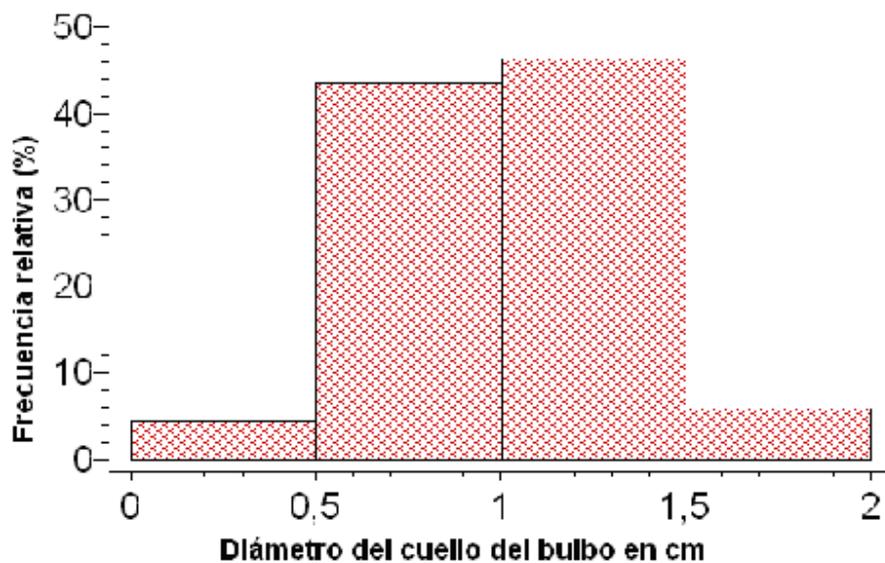


Figura 5. Histograma de frecuencias relativas del diámetro del cuello de los bulbos

La Figura 6 muestra el comportamiento del número de yemas, donde se aprecia que el mayor número de plantas presentó una sola yema (60%), seguido de las plantas con dos yemas (31%) y finalmente las que presentaron tres yemas (9%). Este resultado coincide con el alcanzado por (Bravo y López, 2009) quienes obtuvieron un mayor porcentaje de plantas con una sola yema.

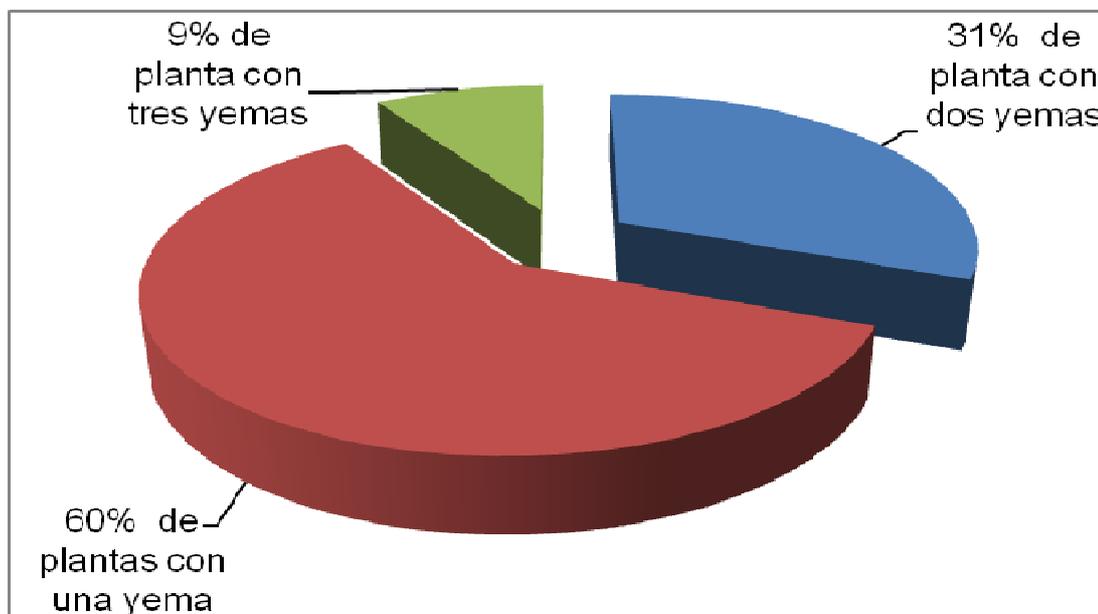


Figura #6. Comportamiento del número de yemas en plantas de *Allium cepa* L.

Según Sampapayan, Dowker y Fenell (1996), el número de yemas depende de las condiciones ambientales, la fecha de siembra y el tamaño del bulbo, considerando que mientras mayor sean los bulbillos mayor será la posibilidad de que éste se divida y emita nuevos cuellos. Además, Vacíe y Baradi (1996) plantearon que la fertilidad está estrechamente relacionada con el número de yemas. Por su parte Guenkov (citado por Huerres y Caraballo, 1996) refiere que los bulbos de mayor tamaño se deforman aumentando el número de yemas, posibilitando que la formación de tallos sea mayor.

Con relación al diámetro de los bulbos la Figura 7 muestra que el 93% de las plantas presentó un diámetro entre 2,84cm y 5,28cm. Estos resultados son semejantes a los expuestos por (Muñoz y Pratt, 2004) quienes señalaron que el diámetro del bulbo debe estar comprendido entre 3 y 5cm.

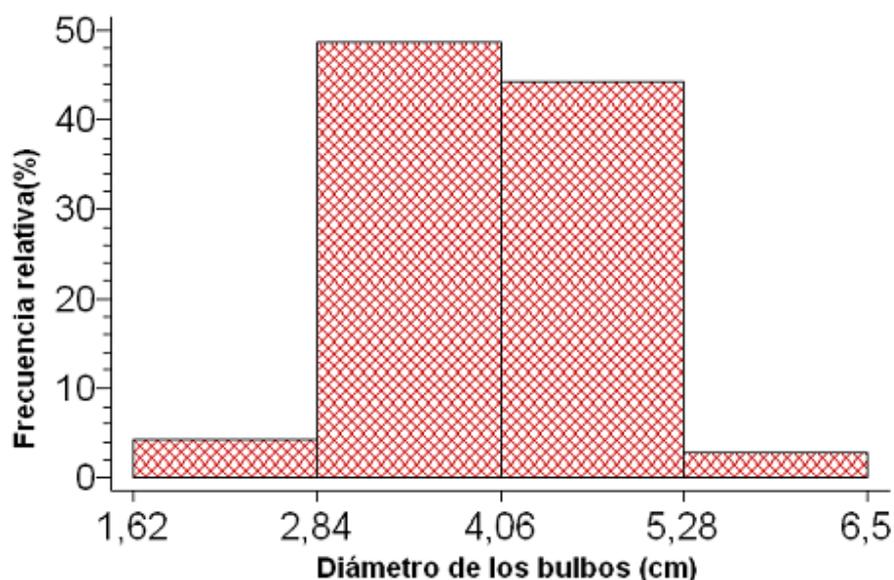


Figura 7 . Histograma de frecuencias relativas del diámetro de los bulbos

Los resultados alcanzados en el trabajo son inferiores a los logrados por Ruiz (2000) quien alcanzó en la evaluación de diferentes variedades de la especie, diámetros que oscilaban entre 4 y 5,7, relacionados estrechamente con la

fertilización y productos hormonales que se utilizan para la variedad según lo planteado por Huerres y Caraballo (1996), lo que pudo estar dado por el número de fertilizaciones que se empleó en este trabajo.

La frecuencia relativa del peso de los bulbos se observa en la Figura 8, donde el 88% de los mismos poseen un peso promedio entre 40.75 y 48.25g, este indicador está estrechamente relacionado con el rendimiento; al evaluar este último en las condiciones de Topes de Collantes, se obtuvo como resultado 15.7 t/ha superiores a los reportados por la FAO (1995), que plantea que el rendimiento de la especie ha sido de 13,1t/ha independientemente de las condiciones climáticas.

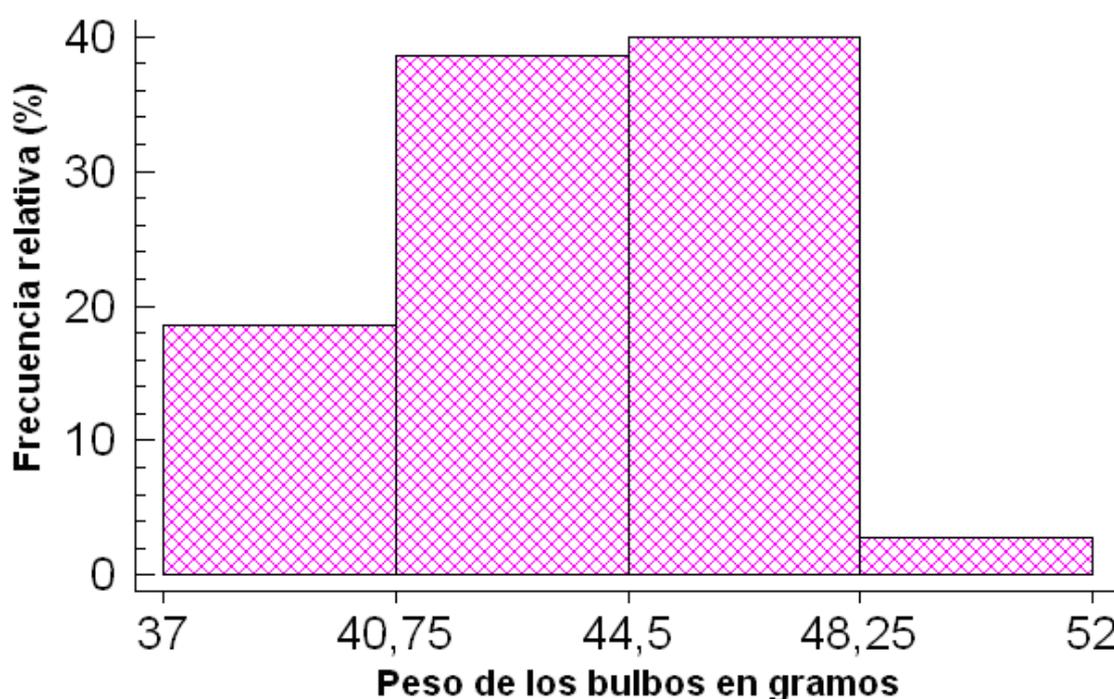


Figura 8. Histograma de frecuencias relativas del peso de los bulbos

Por otra parte, los resultados obtenidos en las provincias de Santi Spiritus y Cienfuegos por Muños y Prats (2004) son de 16 y 18 t/ha, similares a los mostrados en este trabajo. Ha de destacarse que durante el experimento solo se aplicó humus de lombriz a un dosis de 5t/ha y en las dos provincias anteriormente

mencionadas utilizaron otros tipos de abonos con la finalidad de obtener mejores rendimientos. Estos resultados pueden considerarse altamente satisfactorios en estas condiciones.

La correlación existente entre el diámetro del bulbo y su peso se expone en la Figura 9, donde se observa que a medida que aumenta el diámetro aumenta el peso, lo que muestra la estrecha relación existente entre ambos indicadores. Ronda (2004), Muñoz y Prats (2004), afirman que en este cultivo el diámetro de los bulbos está relacionado con el tamaño del área foliar de la planta.

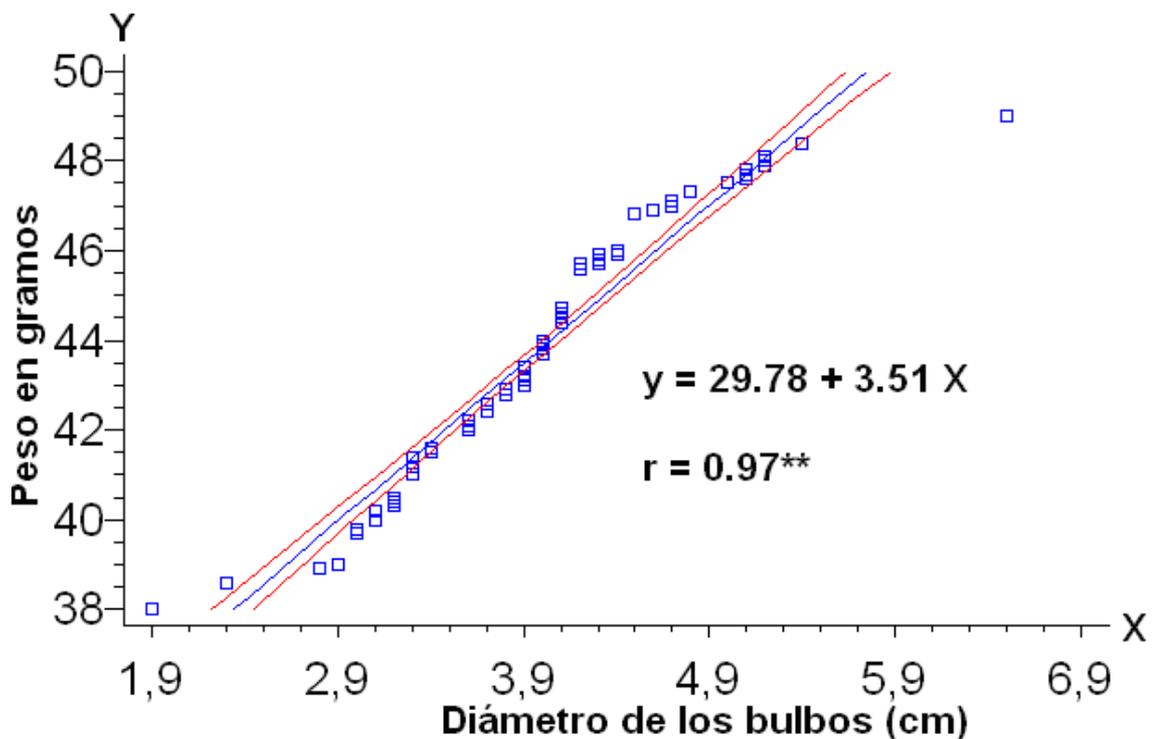


Figura 9 . Correlación entre el diámetro de los bulbos y el peso de estos

Por otra parte Lescay y Moya (2006) plantean que el diámetro y el peso del bulbo están ligados proporcionalmente, a la medida que aumenta uno aumenta el otro, estos mismos autores afirman que el aumento del peso del bulbo está estrechamente ligado con la fertilización aplicada durante el desarrollo del cultivo.

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Muñoz y Prats (2004) quienes lograron una correlación ascendente con los indicadores diámetro y peso

del bulbo, alcanzando estos autores diámetros 4 a 6cm y por consiguiente mayor peso de los bulbos los que oscilaron entre 49 y 60g .

La Figura 10 muestra la dinámica de crecimiento del cultivo de la cebolla, observándose que existe un mayor crecimiento entre los 40 y 80 días respectivamente, período caracterizado por ser de un crecimiento rápido o gran período de crecimiento para esta especie.

Por otra parte, podemos comentar que las condiciones climáticas de forma general se comportaron de forma adecuada para el crecimiento de este cultivo (Tabla 3), donde se pueden observar algunos de los factores climáticos que se consideraron para la discusión de los resultados.

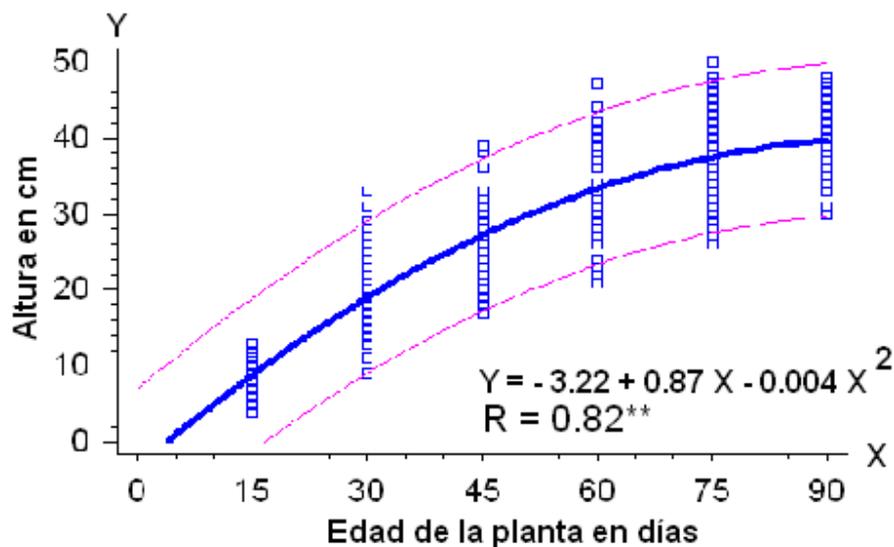


Figura 10. Dinámica de crecimiento del cultivo de la cebolla

Torres y Vázquez (2008) plantean que el crecimiento de una planta no sólo está regulado por las sustancias minerales absorbidas por las raíces y los hidratos de carbono sintetizados en el proceso de fotosíntesis de las hojas, sino también por las hormonas vegetales, donde las concentraciones de estas están directamente ligadas a los fotoperiodos y a las temperaturas, lo que indica que las condiciones climáticas que se desarrollaron durante el experimento pudieron haber influido en el crecimiento de dicha plantación.

Valoración Socio- Económica

Teniendo en cuenta la tendencia decreciente que presenta la producción de alimentos en la zona estudiada, consideramos que los resultados obtenidos en este trabajo constituyen una base importante incidiendo positivamente en el incremento de producciones agrícolas en la localidad y una alternativa viable para incrementar los ingresos a partir de producciones de *A. cepa* en condiciones de montaña y así poder abastecer la localidad.

En las condiciones donde se realizó la investigación existe un acceso limitado a la semilla de este cultivo y es muy difícil o casi nula la producción de semillas por el método convencional, por el difícil acceso de este territorio a las cámaras frigoríficas de la provincia, las cuales se encuentran ubicadas a 87Km de la localidad donde se realizó el estudio, caracterizada por grandes pendientes, enclavada en el macizo montañoso Guamuhaya.

Tabla 7. Costo de transportación desde la localidad hasta la provincia.

Variantes	Vb		Vn	
	CUC	CUP	CUC	CUP
Combustible	39.6	990	-	-
Salario	1.2	30	-	-
Ganancia relativa	40.8	1020	-	-

Leyenda: Vb- variante base Vn- variante nueva

En la tabla 7 se observa los costos de transportación en los viajes que habitualmente se realizan para el traslado de los bulbos a hibernar para la posterior obtención de semilla, sin tener en cuenta otros gastos de reparaciones parciales de los vehículos, lo cual permite obtener una ganancia relativa de 40.8\$CUC y de \$1020CUP.

El cultivo de la cebolla en la provincia, resulta extremadamente costoso para los productores por la alta incidencia de plagas y enfermedades, así como la resistencia creada por éstas ante las aplicaciones de químicos tradicionales, lo que ha influido en que el cultivo se convierta en un experimento de pruebas de productos químicos de todo tipo y procedencia, alcanzando en la zona Banao un número de aplicaciones medias de 23, según plantea la ETPP de Sancti Spíritus (2000), quien resalta además casos de campesinos que han alcanzado la peligrosa cifra de 58 y 72 aplicaciones de productos químicos (Rodríguez, 2003).

En condiciones de montaña la incidencia de plagas y enfermedades aunque existen, afectan de forma mínima las producciones y no se necesita de la aplicación de ningún producto químico e incluso biológico, es preciso aclarar que las producciones en este territorio no son tan elevadas como en otras zonas de la provincia, por lo que podemos concluir que no existe ningún insumo de productos químicos y que se ahorra la utilización de dichos productos, además la protección de la biodiversidad existente, como la no contaminación al medio, obteniéndose un producto de mayor calidad y libre de contaminación.

Es característico del paquete tecnológico que se aplica en este cultivo, el uso excesivo de fertilizantes químicos para obtener altos rendimientos. En este trabajo solo se aplicó humus de lombriz producido en la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME.) lográndose rendimientos aceptables; con ello se evitó gastar en fertilizantes químicos lo cual supone un ahorro importante tomando en consideración que el precio del NPK en el mercado mundial oscila alrededor de los \$650UCD/t.

CONCLUSIONES

1. El método de hibernación casero de *Allium cepa* L. Var. Caribe 71 mostró producciones similares de semillas y del fruto agrícola al método convencional en la zona de Topes de Collantes.
2. Se observó una relación favorable entre el bajo número de yemas por plantas y el alto rendimiento de cebolla y de semillas botánicas en el método de hibernación casero.
3. Se comprobó alta respuesta en el crecimiento de las plantas sometidas al tratamiento de hibernación casero a partir de los 30 días de edad.
4. La variedad de cebolla Caribe – 71 mostró un rendimiento de 15.7 t/ha, utilizando la semilla producida por el método casero, similar a los obtenidos en otras provincias del país.
5. El empleo del método de hibernación casera ofrece ventajas económicas y representa una alternativa válida para la producción de cebolla en Topes de Collantes.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar el método de hibernación casero para la obtención de semillas de cebolla en la zona de Topes de Collantes.
2. Capacitar grupos de campesinos para la extensión del método de hibernación casero.
3. Extender el método descrito en la investigación a todas las regiones montañosas de Cuba.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agriset. (2003). Cebolla. *Catálogo de semilla (1)s híbridas* p. 11.
2. AgroFórum. (2011). Recuperado el 2012, de AgroFórum: <http://www.ManualdeCultivoCEBOLLA.htm>. pp. 2-3.
3. Aljaro, A. (2001). Presentación, rendimientos, selección, empaque y calidades de exportación. *Segundo curso taller de cebollas.*, pp. 75-84.
4. Aljaro, A. (2009). manual de cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.). *InnovaChile.*, pp 39: <http://www.agronomia.uchile.cl>
5. Alvarado, P. A. (2000). *Consultoría: Monitoreo de la Producción y Comercio de Ajo y Cebolla en Chile*. Santiago, Chile.
6. APH (2000). Proyecto establecimiento de un centro de acopio y comercializadora de hortalizas de la Zona Baja.
7. Assuero, S. G., Rattin, J., Saluzzo, J. A., Sasso, G., & Tognetti, J. A. (2007). Observaciones sobre la producción y conservación de cebolla en el sudeste de Buenos Aires en relación con la disponibilidad hídrica. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 106(2)*, 109-118.
8. Bahnasawy, A. H., El-Haadad, Z. A., El-Ansary, M. Y., & Sorour, H. K. (2004). Physical and mechanical properties of some Egyptian onion cultivars. *Journal of Food Engineering, 62(3)*, 255-261.
9. Benacchio, S. (1982). Algunas exigencias agroecológicas de 58 especies de cultivo con potencial de producción en el trópico americano (Compendio). FONAIAP. Maracay, Venezuela.
10. Benavente, R. (2003). *Aplicacion de fungicidas, estimacion de madurez del bulbo de cebollas a cosecha y aplicacion de cal(CaO)*. Unpublished Tesis de doctorado Santa Ana.
11. Bermúdez, V. B. (1991). *Influencia de la densidad de plantación en siembras tempranas de cebolla* (Trabajo de diploma: Ingeniería agrónoma). Bayamo ISCAB.

12. BIBLIOGRAPHY *Manual de Cultivo*. (6 de 6 de 2009). Recuperado el 14 de 9 de 2011, de Manual de Cultivo : Manual de Cultivo CEBOLLA.htm
13. Bravo, E., y Lopéz, Y. (2009). Evaluación del comportamiento reproductivo de *Allium cepa* L. Var. *Caribe-71* bajo un método de hibernación casero en Topes de Collantes,
14. Brewster, J. (1994). Onions and other vegetable alliums. Wallingford, CABI. 236 p.
15. Brewster, J. (1997). Onions and garlic. In: Wien, H. eds. The physiology of vegetable crops. Wallingford. CABI. Pp 581-619.
16. Brice, J., Currah, L., Malins, A., & Bancroft, R. (1997). Onion storage in the tropics. *Onion Newsletter for the Tropics*, 3, 1-4.
17. Bruna, A. (2001). Enfermedades y su manejo integrado. In: Aljaro, A. ed. Segundo Curso Taller de Cebollas. Santiago, agosto de 2001. pp 51-56.
18. Cadger, C., & Hall, J. (2004). *Thousand seed weight of barley seed and its relationships to germination*. Paper presented at the Memories of 27th ISTA Congress, Budapest, Hungary.
19. Calvo, C. S. (2003). *ANÁLISIS DE LA CADENA AGROALIMENTARIA* . Recuperado el 2012, de ANÁLISIS DE LA CADENA AGROALIMENTARIA : <http://www.cci.org.co/Manual%20del%20Exportador/Hortalizas/Cebollas07.htm>
20. Campos, A. (2001). *Antecedentes sobre la comercialización de cebollas chilenas*. Paper presented at the Segundo curso taller de cebollas, Santiago.
21. Casa y Jardín.» (2012). [http://www.Qué es la horticultura.htm](http://www.Qué%20es%20la%20horticultura.htm) (último acceso: 2012).
22. Castillo, H. (1999). Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. *El Cultivo de la Cebolla*, 19-24.
23. Castillo, H. (1999). Aspectos ecofisiológicos del cultivo de cebolla. In: Tapia, M. eds. *El Cultivo de la Cebolla*. Santiago, Universidad de Chile pp 19-24
24. Cookaround. (2003). Cebolla *Allium cepa*. *Home-hierbas-aromas y especias*, 10.

25. Corral, Gloria. *Life & Style*. 2011. <http://www.style.shockvisual.net/?p=1134> (último acceso: 2012).
26. Díaz, R., Ramos, G., León, B., & Azócar, A. (1992). Producción de semilla de cebolla y tomate. *Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP* (40).
27. Díaz, R., Ramos, G., León, B., y Azócar, A. (1992). Producción de semilla de cebolla y tomate. *FONAIAP DIVULGA* (40).
28. Doorembos, J., A. H. Fassom. (1988). Efectos del agua sobre el crecimiento de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje. Roma. p 115-117.
29. FAO. (1992). Producción, post cosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. Roma:380 p.
30. Fonaiap, S. (1989). Paquete tecnológico para la producción de hortalizas en la región Centro Occidental. Serie paquetes tecnológicos N° 8. Maracay, Venezuela. 9. 174p.
31. Franca, J. G. (1997). Onion nuwsletter for the tropics. *International collaborative short-day onion trial.* , 39.
32. FUNDACIÓN EROSKI. (enero de 2009). *Cebolla Guía de Hortalizas y Verduras CONSUMER EROSKI.htm*. Recuperado el 16 de junio de 2011, de Cebolla Guía de Hortalizas y Verduras CONSUMER EROSKI.htm.
33. Galmarini, C.R. (2002). Principales resultados de 12 años del programa de mejoramiento genético de cebolla para el mercado fresco y la industria en Argentina. Quinta Jornada Científica de Cebolla del MERCOSUR. Pelotas, Brasil, 22 al 28 de Marzo de 2002.
34. Giaconi V. y ESCAFF, M. (1993). Cultivo de Hortalizas. Santiago, Editorial Universitaria. 332 p.
35. Giaconi, V., & Escaff, M. (1993). Cultivo de Hortalizas. *Editorial universitaria*, 332.

36. Graszka, E. C., Scapino, C. A., Patto, C. A., & Rodríguez-Olivaira, V. (2001). Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho. *Pesq. Agropec. Bras*, 36(1), 1888-1894.
37. Gudiel. V.M. (1987). Manual agrícola Súper B. 6 ed. Edición. Guatemala, Productos Súper b. 102 p.
38. Hayden, N.; MAUDE, R. and PROCTOR, F. (1994a). Strategies for the control of black mould (*Aspergillus niger*) on stored tropical onions. *Acta Horticulturae* 358: 271-274.
39. Hayden, N.; MAUDE, R. and PROCTOR, F. 1994b. Studies on the biology of black mould (*Aspergillus niger*) on temperate and tropical onions. 1. A comparison of sources of the disease in temperate and tropical field crops. *Plant Pathology* 43: 562-569.
40. Herrera, C. C., y Carrillo, C. (2007). Caracterización de variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) basada características físicas y funcionales de la semilla. *Agrociencia*, 41, 755-762.
41. Huerres, C., y Caraballo, N. (1996). Cultivo de cebolla y ajo. In *Horticultura* (pp. 140).
42. Huerres, P. C. (1980). Influencia de los factores que afectan el almacenamiento de *Allium cepa* L. Centro Agrícola VII (3). Septiembre diciembre. p 59-72.
43. Ice (2008). *Guía técnica para la producción del cultivo de la cebolla*. <http://www.soccolhort.com/revista/pdf/magazin/vol3/vol.3%20no.1/Vol.3.No.1.Art.4.pdf> (último acceso: 11 de 2011).
44. Infoagro. *infoagro*. [En línea] 5 de 2010. [Citado el: 3 de 8 de 2011.] http://www.infoagro.com/Agricultura_%20El%20cultivo%20de%20la%20cebolla.htm.
45. Jiménez., W. W. (2002). PHOMA TERRESTRIS: Caracterización, detección, patogenicidad y aspectos biológicos. *Protección vegetal*, 17(3), 214-234.

46. Komochi, S. (1990). Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H and Brewster, J. eds. . *Onions and allied crops*. Boca Raton, CRC, 1 89-111.
47. Komochi, S. (1990). Bulb dormancy and storage physiology. In: Rabinowitch, H and Brewster, J. eds. *Onions and allied crops*. Boca Raton, CRC. Vol 1 pp89-111.
48. Lardizabal, R. (2007). *Entrenamiento y desarrollo de la agricultura*. mayo del 2007. [http://www.eda/manual de producci3n/cebolla.htm](http://www.eda/manual%20de%20producci3n/cebolla.htm) (3ltimo acceso: 3 de 2012).
49. Lescay, E., & Moya, C. (2006). Influencia de los factores clim3ticos sobre algunas variable morfoagron3micas en la producci3n de bulbos de cebolla (*Allium cepa*, L.) en la region oriental de cuba. *Cultivos Tropicales*, 27(4), 73-75.
50. Llorente, R., Machado, M., Zamora, M., N3ñez, L. (2011). *Monograf3a.com*. <http://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-fertilizacion-organica-cultivo-cebolla/evaluacion-fertilizacion-organica-cultivo-cebolla.shtml> (3ltimo acceso: 2012).
51. Mann, J. (1983). Translocation of photosynthate in bulbing onions. *Australian Journal of Plant Physiology* 10 (6):515-521. Abstract (texto completo no consultado)
52. Maroto, J. (1994). Horticultura herb3cea especial. *Mundi-Prensa*, 611
53. Mart3nez, E., Sanrom3, G. B., Rovesti, L., & Palma, R. S. (2007). Cultivos. Ajo y cebolla. In *Manejo integrado de plagas. Manual pr3ctico* (pp. 24-36). Cuba.
54. McGraw, L. (2000). Investigaci3n podr3 estimular nuevos mercados para los productores de cebolla [Electronic Version]. *Servicio Noticiero del Servicio de Investigaci3n Agr3cola*.
55. Mendoza, L., N. (2012). *Agricultura y Ganader3a*. <http://www.monografias.com/trabajos91/evaluacion-fertilizacion-organica-cultivo-cebolla/evaluacion-fertilizacion-organica-cultivo-cebolla.shtml> (3ltimo acceso: 2012).

56. Moreira, R. A., y Hurtado, R. G. (2003). Guía técnica del cultivo de la cebolla. (15), 1-27.
57. Muñoz, L. (1984). *Producción de semilla de cebolla en condiciones tropicales*: Ed. ACC.
58. Muñoz, L., Pérez, J. J., y Prats, A. (1985). *Producción de semilla de cebolla en condiciones tropicales*. La Habana: Academia de Ciencias.
59. Muñoz, L., y Prats, A. (1984). Investigaciones sobre las variaciones en los rendimientos de cebolla en cuba In (pp. 64).
60. Muñoz, L., y Prats, A. (2004). Caribe 71, una variedad de Cebolla para clima tropical. *Cultivos Tropicales.*, 25(3), 59-62
61. Namesni, A. (1993). Post-recolección de Hortalizas. Reus, Ediciones de Horticultura. 294 p.
62. Namesny, A. (1993). Post-recolección de Hortalizas. In E. de Horticultura (Ed.), (pp. 294).
63. Navarro, J. A. (2003). Herencia y Ambiente, *FEDAES* (pp. 22). Barcelona.
64. Osman, A., Izquierdo, J., & Galmarini, C. R. (1997). regional shortday onion cultivar trial in latin america and the caribbean. *Acta horticultura*, 433, 191-195.
65. Pathak, C. S. (1997). *Allium crop* situation in Asia. *Acta horticultura*, 433, 57-74.
66. Pérez, P. *Wikipedia*. (2012). http://www.es.wikipedia.org/wiki/Ayuda:C%C3%B3mo_referenciar (último acceso: 2012).
67. Porcuna, J. L. C. (1999). Sanidad vegetal: La cebolla *Allium cepa*. L. *Vida Rural*, 21-24.
68. Quintana, S. M. E., Paz, A. R., Varela, A. S., Espinosa, M. A. G., Castañeda, G. C., y Ponce, J. L. C. (2005). Regeneración in vitro de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.). *Agrociencia*, 39(6), 647-655.

69. Ramos, G. (1999). Determinación de funciones de producción y comportamiento del cultivo de la cebolla bajo diferentes laminas de riego y dosis de fertilización fosforada en San Juan de Lagunillas, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*, 16, 38-51
70. Riera, J., H. Ramirez y M. Castillo. (1997). Crecimiento y desarrollo del cultivo de cebolla de días cortos (*Allium cepa* L.), en Venezuela. UCLA, Barquisimeto, Venezuela.
71. Rodríguez, G. H., Bauta, Á. S., y Cedeño, E. R. (2004). Diagnóstico de campo del cultivo del cebollín (*Allium cepa* L.) en la localidad de Velasco. *Ciencias Holguín* (1).
72. Rodríguez, Jorge F. M. (2003). Estudio de variantes de control de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en la zona de Banao. *Centro Agrícola*, 33.
73. Ronda, R. (2004). Uso de bulbos madres de tamaño pequeño en la producción de semilla de cebolla en condiciones tropicales. *Centro Agrícola*, (1-2 enero-junio), 13-17.
74. Rosales, P. (2003). Cultivo de la cebolla. *Hortalizas*, 9, 1-2.
75. Ruíz, C., Reyes A. (2008) Diagnosticode la fertilidad del suelo Ferralíticorojo amarillento lixiviado en areas de producción de la finca la Perla en la localidad de Topes de Collantes.
76. Sagarpa, R. (2004.). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2003. *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México D.F.*
77. Salas, J. (2003). Plantas cultivadas y silvestre hospederas de *Thrips tabaci* y *Thrips palmi* (Thysanoptera: thripidae) en Quibor, estado Lara, Venezuela. *Bioagro*, 15(1), 47-54.
78. Salazar, C. (2001). Efecto de dos sistemas de labranza sobre el rendimiento de la cebolla en el cantón de Santa Ana, Informe final de práctica dirigida para

optar el título de bachiller en producción y comunicación agropecuaria. San José: UNED.

79. Santiago, F., Jiménez, J. C., Sonia Reyes, Marisel Santos, Inés Figueroa, y López., D. (2002). Influencia de las condiciones climáticas y la fenología sobre la aparición de *Thrips tabaci* en cebolla y ajo. *Protección vegetal*, 17(3), 214-234.
80. Singh, D. (1997). Onion improvement in India. *Acta horticultura*, 433, 75-81.
81. Soria, C. B., y Martorell, A. G. (2002). Ensayos de variedades de cebolla de días cortos. *Vida Rural*, 154, 12-15.
82. Souza, R. J., y Resende, G. M. (2002). Cultura de cebolla., *Académicos-Olericultura* (pp. 115). Texas.
83. Tapia, M. (1999). Cultivares de importancia en Chile. *El cultivo de la cebolla*, pp. 11-18.
84. Turruellas, E. Peña. (2011). *Horticultura intensiva sobre bases orgánicas en Cuba*. <http://www.MinisterioAg.cu> (último acceso: 2012).
85. Valenzuela J., (1985). Parámetros de estabilidad para el rendimiento de variedades de cebolla en cuatro fechas de siembra. *Agric. Tec. Mex.*, 11(2): 185-200.
86. Vasquez, C. Castañeda. (2011) *Agrofórum.pe*. <http://www.Manual de Cultivo Cebolla.htm> (último acceso: 2 de 2012).
87. Vázquez, E., y Torres, S. (2006). Fisiología Vegetal I y II. In *Vernalización. Reproducción* (pp. 385-391). La Habana.

ANEXOS

Anexo 1.

Tabla 8. Propiedades físicas y químicas del suelo donde se realizó el experimento.

<i>Propiedades químicas del suelo</i>				
<i>pH(H₂O)</i>	<i>pH (KCl)</i>	<i>M.O.</i> <i>(%)</i>	<i>P₂O₅</i> <i>(mg.100 g⁻¹)</i>	<i>K₂O</i> <i>(mg.100 g⁻¹)</i>
6,16	4,51	2,81	1,99	11,03
<i>Propiedades físicas del suelo</i>				
<i>L.I.P</i> <i>(%H.b.s.s)</i>	<i>L.S.P</i> <i>(%H.b.s.s)</i>	<i>I.P</i>	<i>F.E.</i> <i>(%)</i>	<i>A.E.</i> <i>(%)</i>
35,27	54,00	18,73	71,10	53,95

Anexo 2.

Determinación del porcentaje de germinación de A. cepa

