

**CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCION DE 21
CULTIVARES DE CEBOLLA EN EL MUNICIPIO ZARAZA
DEL ESTADO GUARICO**

Hugo Omar Ramirez Guerrero

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO

Decanato de Agronomía

**CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCION DE 21
CULTIVARES DE CEBOLLA EN EL MUNICIPIO ZARAZA
DEL ESTADO GUARICO**

Por

HUGO OMAR RAMIREZ GUERRERO

Trabajo de Ascenso presentado para optar a la categoría de Profesor Asociado en el escalafón
del Personal Docente y de Investigación

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL LISANDRO ALVARADO

Decanato de Agronomía

Barquisimeto, 2005

**CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCION DE 21
CULTIVARES DE CEBOLLA EN EL MUNICIPIO ZARAZA
DEL ESTADO GUARICO**

Por

HUGO OMAR RAMIREZ GUERRERO

Trabajo **APROBADO**

Profesor Eybar Rojas
Coordinador

Profesor José M. Gomez T.
Principal

Profesor Miguel Arizaleta
Principal

Barquisimeto, Diciembre 2005

Dedicado a:

*En memoria de mi amigo Eduardo Morgillo, un gran defensor y promotor de una
Agricultura Sana y Sostenible en este hermoso paraíso tropical: Venezuela.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA-Posgrados de Agronomía) por permitirme y financiarme el tiempo mientras se realizó estos estudios.

A Delfino González y demás personal del grupo AMYGA (Asociación de Maiceros y Ganaderos, Valle de la Pascua, estado Guárico), por admitirme la entrada a unas de sus haciendas y brindarme la más desinteresada y esencial ayuda

A cada una de las empresas comercializadoras de semillas de cebolla en Venezuela: Grupo Catalina, Distribuidora ALVIS, Fertiliza de Venezuela, Seminis Vegetable Seeds (Tanausu y Semillas Magna), por el aporte de las semillas y plántulas y permitirme realizar una evaluación académica de sus materiales.

A los técnicos Pedro González, Alcides González, Douglas Peroza, María Martins, Marvina Nieves y Martha Pérez por su excelente ayuda tanto en el campo como en los laboratorios y oficina.

A los profesores Ángel Valera y Eladio Arias de la Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos (UNERG) en San Juan de los Morros, por aporte de tan valiosa información del estado Guárico.

A los Ingenieros Esneider Vázquez (Lara) y Roberto Hidalgo (Caracas) del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), por su entera y amable colaboración en cuanto a información relacionada con los recursos agua, suelo y clima entre otros del estado Guárico.

A usted que se prepara para disfrutar de uno de nuestros más amenos derechos: LA LECTURA

A todos ustedes muchas muchas pero muchas ***“Gracias”***

INDICE

Capitulo	Contenido	Pagina
	INDICE	6
	INDICE DE CUADROS	8
	INDICE DE FIGURAS	9
	INDICE DE ANEXOS	10
	RESUMEN	11
I	INTRODUCCION	12
II	REVISION DE LITERATURA	15
	A. El cultivo de la cebolla.	15
	B. Pruebas de cultivares.	17
	C. El cultivo de cebolla en los trópicos.	18
	D. La producción de cebolla en Venezuela y en el estado Guarico.	20
III	MATERIALES Y METODOS	24
	A. Area de estudio.	24
	B. Producción de plantas.	24
	C. Evaluaciones.	26
	1. Análisis no destructivos	28
	2. Análisis destructivos	28
	(a). Sólidos solubles totales (SST)	28
	(b). pH y acidez	28
	(c). Piruvato:	28
	(d). Materia Seca (MS)	28
	D. Predicción de la bulbificación.	29
	E. Análisis estadístico.	29

INDICE (Continuación)

Capitulo	Contenido	Pagina
IV	RESULTADOS Y DISCUSION	30
	A. Crecimiento Foliar de la Cebolla.	30
	B. Desarrollo del Bulbo de Cebolla.	33
	C. Estado Nutricional de la Planta de Cebolla.	39
	D. Maduración del Bulbo de Cebolla.	41
	E. Rendimiento de los Cultivares de Cebolla	42
	F. La Calidad Poscosecha de los Cultivares de Cebolla	45
	G. Comportamiento General de los Cultivares de Cebolla	51
V	CONCLUSIONES	52
VI	RECOMENDACIONES	55
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
	ANEXOS	66

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pagina
CUADRO 1. Area cosechada y rendimientos del cultivo de cebolla según la entidad federal en el periodo 2000 – 2002.	23
CUADRO 2. Cultivares de cebolla evaluados.	25
CUADRO 3. Practicas culturales de la finca “Samanote” (Zaraza estado Guarico) realizadas en la producción comercial y en el experimento de cebolla durante el periodo Enero-Mayo 2005.	26
CUADRO 4. El numero de hojas (nh) y el área foliar (AF) de 21 cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.	31
CUADRO 5. Pesos fresco (pfh) y seco (psh) de las hojas (gramos/10 plantas) de 21 cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.	32
CUADRO 6. Diámetro (db) y peso fresco de bulbo (pfb) (gramos/10 plantas) de 21 cultivares de cebolla durante su desarrollo en Zaraza estado Guarico.	34
CUADRO 7. Algunas características del clima durante la época productora de cebolla en dos zonas de los estados Guarico y Lara.	38
CUADRO 8. Contenido de algunos macro y micronutrientes y de Sodio en hojas de 21 cultivares de cebolla en Zaraza estado Guarico a los 42 días después de transplante (ddt).	40
CUADRO 9. Porcentaje de plantas aun en maduración y los rendimientos de 21 cultivares de cebolla cosechados a los 90 ddt en Zaraza estado Guarico.	43
CUADRO 10. Porcentaje de centros en los bulbos, distribución de su tamaño y porcentaje de bulbos no comerciales de 21 cultivares de cebolla cosechados en Zaraza estado Guarico.	47
CUADRO 11. Valores de pH, acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), materia seca y piruvato de bulbos de 21 cultivares de cebolla cosechados en Zaraza estado Guarico.	49

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pagina
FIGURA 1. Area cosechada del cultivo de cebolla en Venezuela en el periodo 1985 – 2004.	23
FIGURA 2. La suma acumulativa de un IB de 1,2 (CUSUM) (a), el índice de bulbificación (IB) (b) y el índice de translocación (c) de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.	36

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	Pagina
ANEXO 1. Localización del área de estudio.	67
ANEXO 2. Análisis de rutina del suelo usado en el experimento (0-20 cm), antes del transplante del cultivo.	68
ANEXO 3. Análisis de rutina del suelo usado en el experimento (0-20 cm), a los 42 días después del transplante del cultivo.	69
ANEXO 4. El área foliar (a), el peso seco de hoja (b) y el numero de hojas (c) de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.	70
ANEXO 5. El diámetro (a) y pesos fresco (b) y seco (c) de bulbos de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.	71
ANEXO 6: Crecimiento, desarrollo y rendimientos de veintiún cultivares de cebolla en Zaraza estado Guarico. Etapas (días): semillero (a-c, 56 días en bandejas), prebulbo (d-e, 35-42 días), bulbificación (f, 35-42 días) y maduración (g, +77 días después de transplante, ddt).	72

CRECIMIENTO, DESARROLLO Y PRODUCCION DE 21 CULTIVARES DE CEBOLLA EN EL MUNICIPIO ZARAZA DEL ESTADO GUARICO

Hugo Omar Ramirez Guerrero

RESUMEN

Se realizó una investigación para estudiar los patrones de crecimiento, desarrollo, producción y calidad poscosecha de veintiún cultivares de cebolla de días cortos (15 híbridos y 6 variedades) bajo un clima tropical en los Llanos Venezolanos del estado Guarico. El experimento fue establecido en una siembra comercial en la Finca “Samanote” localizada a 20 km de la población de Zaraza (9° 17’N, 65° 29’O, 60 msnm). En un área central de la producción comercial se constituyó el estudio bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar. El cual incluía 21 tratamientos (cultivares) y cinco replicaciones. La mayoría de los cultivares alcanzaron el mayor número de hojas a los 42 días después del trasplante (ddt), con excepción de los cultivares E Brown, Centaur y W Brown donde esto ocurre a los 35 ddt, mientras que para los cultivares PS1791 y Linda Vista sucedió a los 56 ddt. La variedad de cebolla E Brown arrojó el mayor valor de diámetro de bulbo (db) durante los primeros 42 ddt, mientras que los híbridos Mata Hari, Linda Vista, Granex 429 y HA 1477 resultaron con los más altos diámetros al final del ciclo del cultivo (entre los 77 y 90 ddt). Los cultivares PS 1791 y Orlando mostraron los valores más bajos de db, los primeros 35 y 56 ddt respectivamente, mientras que el híbrido Safari resultó con los menores valores de diámetro al final del ciclo de siembra. Los cultivares Safari, Excalibur, E Brown, W Brown, E White, y Nirvana iniciaron su bulbificación a los 35 ddt, mientras que los demás cultivares lo hicieron a los 42 ddt, y con una clara y muy evidente excepción del cultivar Orlando que inicio la bulbificación a los 56 ddt. No se observaron diferencias significativas por parte de todos los cultivares en la absorción de los nutrientes analizados. Se observó que la mayoría de los cultivares iniciaron la maduración del bulbo a partir de los 77 ddt, con la excepción del cultivar tardío Orlando, el cual continuo su tendencia (peso seco de bulbo) de aumento aun a los 90 ddt. Los rendimientos de mayor a menor fueron de Mata Hari (59.907 kg/ha), Linda Vista, Granex 429, Mercedes, Reina 438 Paimer, PS1791, Don Víctor, Reina 438 Semiorto, HA-1367, Nathasha, Orlando 686, HA1477, TG 438, Excalibur, Centaur, Princesa, E White, E Brown, W Brown, Nirvana y por ultimo el cultivar Safari con 25.801 kg/ha. El híbrido HA 1367 presentó el más alto porcentaje de bulbos con centros múltiples y la variedad TG 438 no presentó bulbos enfermos durante dos meses en almacenamiento. El cultivar Orlando presentó los más altos valores de SST, acidez y MS, mientras que los cultivares Don Víctor y Reina 438-S los más altos valores de pH y Piruvato respectivamente.

I. INTRODUCCION

Las regiones tropicales cubren aproximadamente un 40% de la tierra cultivable en el mundo y son el lugar para una alta proporción de la población mundial y principalmente el hogar de habitantes con problemas de pobreza, mal nutrición y otras desventajas (Lal, 2000). Muchos de los cultivos importantes económica y nutricionalmente son sembrados ampliamente en los trópicos, siendo la cebolla (*Allium cepa* L.) la segunda hortaliza mas importante luego del tomate. La cebolla y los otros cultivos del genero *Allium* se han convertido en un campo de exploración muy prometedor debido a su alto numero de especies (más de 600), a sus propiedades culinarias altamente apreciadas y a sus propiedades terapéuticas y medicinales por la cual este genero *Allium* podría convertirse en una valiosa fuente de los así llamados alimentos funcionales (Van der Meer, 1997).

Aunque el cultivo de la cebolla tiene una mejor adaptación en las áreas subtropicales y templadas (Brewster, 2001), los países tropicales siembran alrededor del 30% (8.4 millones de toneladas) de la producción mundial (Pathak, 1994; Currah, 2002). En los trópicos los cultivos de *Allium* son sembrados principalmente en pisos altos donde la temperatura y otras condiciones ambientales son favorables (Jaramillo, 1994). Sin embargo, podemos observar que cebollas de días cortos han sido introducidas en ambientes semiáridos durante las ultimas cinco décadas, convirtiéndose en un cultivo muy importante en algunos países tropicales como Nigeria, Niger, Brasil y Venezuela. Nuestro país tropical tiene un gran potencial para la producción de cebolla, siendo el valle de Quibor en el estado Lara y sus alrededores bajo un clima semiárido un área hortícola muy importante, la cual aun hoy en día se mantiene como el mayor productor de cebolla en el país. Sin embargo, a pesar de la importancia de este cultivo a nivel nacional, existe poca investigación sobre la producción de cebolla bajo condiciones de campo en Venezuela, de igual forma sucede con la investigación bajo condiciones tropicales en general.

Uzo y Currah (1990), reportaron que la información científica de la producción de cebolla en los trópicos es muy limitada y la información existente proviene de diferentes fuentes no muy confiables. Mientras tanto, los productores de cebolla han estado enfrentando

diversos problemas relacionados con el manejo de plagas (trips, malezas, enfermedades bacterianas y fungosas), el manejo del suelo (costras, grietas, salinidad, fertilidad y sanidad), y el uso de cultivares (variedades o híbridos) no adaptados a la zona y época de siembra. Todos estos problemas han provocado una disminución significativa de sus rendimientos y la calidad de sus productos, así como la emergencia de nuevos centros de producción, como es el caso de los Llanos Venezolanos y principalmente de la población del Sombrero y sus alrededores en el estado Guarico.

Los estudios de crecimiento, desarrollo fenológico y nutrición están disponibles para numerosos cultivos, sin embargo estos estudios han recibido una menor atención en el rubro Hortalizas. Aun mucho menos, si nos referimos a las hortalizas como la cebolla, cultivada en zonas emergentes bajo condiciones de clima tropical o en las nuevas áreas como es el caso del estado Guarico. El cual presenta un área de siembra de este cultivo muy importante durante el periodo seco del año (Diciembre a Abril). El conocimiento de las etapas de crecimiento y desarrollo de un cultivo y sus múltiples cultivares (variedades e híbridos) debería ser la primera y una esencial herramienta para realizar un manejo sostenible de la producción olerícola, siendo esto de gran utilidad en la selección del momento mas apropiado para hacer las recomendaciones de las practicas culturales (riego y fertilización), control de plagas, así como para establecer modelos de crecimiento de los cultivos y en la asistencia de la planificación de la investigación y extensión entre otras cosas.

Tomando en consideración estos antecedentes y la importancia del conocimiento en cuestión, en el siguiente experimento se han planteado los siguientes objetivos:

Objetivo General

“Estudiar los patrones de crecimiento, desarrollo, producción y calidad poscosecha de veintiún cultivares de cebolla de días cortos bajo un clima tropical en los Llanos Venezolanos”.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el crecimiento y desarrollo de veintiún cultivares de cebolla de días

- cortos en una siembra comercial en el municipio Zaraza del estado Guarico.
2. Conocer algunos componentes de rendimiento de veintiún cultivares de cebolla de días cortos en una siembra comercial en el municipio Zaraza del estado Guarico.
 3. Estudiar la calidad poscosecha de veintiún cultivares de cebolla de días cortos en una siembra comercial en el municipio Zaraza del estado Guarico.

II. REVISION DE LITERATURA

A. El cultivo de la cebolla.

La cebolla pertenece a la familia Alliaceae y es el cultivo *Allium* (genero previamente incluido en las familias Liliáceas y Amarillidaceae) de mayor importancia a nivel mundial. Ella es una especie diploide conocida como cultivo desde los antepasados remotos, utilizada en medicina, en rituales, así como alimento en Egipto (3200 a.C.) y la India (600 a.C.). Probablemente su centro de origen es el Asia Central, sin embargo su diversidad ha ido en aumento (Astley et al., 1982).

Referente a la anatomía y morfología de la cebolla se conoce que es una planta de ciclo corto y de crecimiento inicial lento, cuyo producto es el bulbo (hojas modificadas) que posee raíces superficiales de una gran eficiencia en la absorción de agua y nutrientes. El bulbo consiste de tres tipos distintos de hojas producidas en una secuencia distintiva: hojas completas, vainas sin láminas foliares y laminas foliares sin elongar. Al final de su ciclo, las laminas foliares viejas y algunas de las laminas foliares exteriores colapsan y mueren, la emergencia de la raíz se detiene, y el bulbo madura. Luego cuando se supera la dormancia, las láminas foliares apicales en el centro del bulbo pueden emerger como brotes (Abdalla y Mann, 1963).

La planta de cebolla cumple tres principales fases de crecimiento después de la emergencia de la plántula. En la primera fase ocurre un periodo de lento pero acelerado de crecimiento. En la segunda, ocurre un crecimiento foliar rápido cuando el numero de raíces adventicias aumenta junto con el peso fresco aéreo, también las hojas crecen mas y en la tercera, ocurre el periodo de desarrollo del bulbo (Brewster, 1990). Bajo condiciones tropicales, el ciclo de vida de la cebolla de días cortos esta aun en discusión. Sin embargo, investigaciones recientes realizadas en Quibor (Venezuela), han confirmado que la bulbificación se inicia entre los 35 y 40 días luego del transplante y que la formación de hojas verdes y raíces continúa aun luego del inicio de la bulbificación. También quedo demostrado que el inicio de la translocación (transporte) hacia el bulbo de las sustancias elaboradas en las hojas verdes ocurre una semana después que se inicia la formación del bulbo. El inicio de la

bulbificación fue menos dependiente de la época de transplante en comparación con la duración del bulbo y su maduración (Ramirez, 2001).

El crecimiento y desarrollo de los cultivos es controlado por un patrón complejo de factores ambientales. El desarrollo de la planta de cebolla toma una secuencia de distintas fases cronológicas lo cual ocurre en respuesta a las condiciones ambientales y los dos factores principales son la duración del día y la temperatura (Abdalla, 1967). El desarrollo del bulbo de la cebolla ha sido de interés para los fisiólogos vegetales casi desde el descubrimiento del fotoperiodismo (Heath y Hollies, 1965). Los cultivares de cebolla adaptados a diferentes ambientes difieren inicialmente en su respuesta al fotoperiodo (Mondal *et al.*, 1986). Wright y Sobeih (1986) concluyeron que la cebolla, para la bulbificación es una planta de días largos obligada y que la respuesta a la bulbificación también depende de la luz integral percibida dentro del día largo así como del ambiente de crecimiento previo. A tal efecto, la transferencia de plantas de fotoperiodos inductivos a no inductivos puede revertir el desarrollo del bulbo. Por otra parte, la evidencia indica que la culminación del desarrollo del bulbo requiere de fotoperiodos largos continuos y no es una respuesta inductiva como la floración en muchas plantas de días largos (Brewster, 1990).

De acuerdo con Cramer (2001), en 1925 el descubrimiento de la androesterilidad citoplasmática en la variedad de cebolla Italiana Roja realizado por Jones y Emsweller, trajo como consecuencia la producción comercial de híbridos. Antes de este descubrimiento, todos los cultivares eran variedades de polinización abierta, las cuales ofrecían poco vigor y una calidad no confiable y sin certificación de las compañías tradicionales productoras de semillas. Actualmente, existe un amplio abanico de cultivares y razas autóctonas, desarrolladas a través de los siglos para adaptarse a los diversos climas y preferencias del mundo. Sin embargo estas variedades modernas, que comercializan las compañías internacionales de semillas, en particular los híbridos, presentan un reducido pool genético. Estos híbridos están sustituyendo a las antiguas variedades que poseen genes potencialmente valiosos y de fácil adaptabilidad (Brewster, 2001). Esta situación es típica en los trópicos donde cada día es mayor el uso de híbridos en sus sistemas de producción. En el caso de Venezuela todo el material de siembra es importado de semillas producidas mayormente en las regiones del Sur de los Estados

Unidos. En los catálogos de las compañías de semillas que operan en una amplia área geográfica, los cultivares de cebolla suelen clasificarse como tipos de día corto, intermedio y largo, lo cual se refiere a la mínima duración del día necesaria para estimular el desarrollo del bulbo. No obstante, fisiológicamente todas las cebollas son plantas de día largo, aunque el mecanismo que controla la bulbificación es en realidad una respuesta del fitocromo a la longitud de la noche. Así, en las cebollas de días cortos las cuales son las producidas en los trópicos, la bulbificación es inducida de hecho en respuesta a noches largas (relativamente largas, alrededor de 12 horas). Por otra parte, las cebollas adaptadas a días intermedios y largos y que crecen en latitudes mas altas son inducidas a formar bulbos por las noches, las cuales son mas cortas (ejemplo noches de 11 a 8 horas corresponderán a días de 13 a 16 horas) (Currah, 2002). Innumerables pruebas de los agricultores, proveedores de semillas y ensayos institucionales han demostrado que los cultivares de tipo día corto son de una mejor adaptación a nuestras condiciones tropicales durante todo el año.

B. Pruebas de cultivares.

A nivel mundial se realizan muchos ensayos regionales para comparar las características diferenciales entre cultivares de una misma especie de los innumerables cultivos comerciales, ello principalmente en los rubros de cereales, leguminosas y hortalizas. Todas estas pruebas son inicialmente realizadas por las empresas productoras y mejoradoras de las semillas, luego deben realizarse ensayos adicionales para comparar con cultivares de otras empresas. Generalmente estas evaluaciones son realizadas por organismos gubernamentales (ministerios de agricultura, organismos de investigación, universidades) y/o privados. Todos estos reportes, información y publicaciones generadas por estas pruebas o ensayos son de gran utilidad para los agricultores, extensionistas, investigadores y las compañías de semillas al momento de seleccionar los mejores cultivares en sus localidades y unidades de producción. Sin embargo, el enfoque tradicional de los ensayos regionales se ha basado exclusivamente en la comparación de los rendimientos finales, con lo cual se pierde la oportunidad de obtener información valiosa durante el crecimiento de las plantas (Marin, 1996).

En cebolla, así como en la mayoría de los cultivos, para obtener unos altos

rendimientos, es necesario la selección de cultivares adecuados y la siembra y transplante de plántulas jóvenes en una época y zona apropiada. En Pakistán, Khokhar *et al.*, (1990) compararon diferentes cultivares de cebollas de días cortos y métodos y épocas de siembra (19 de Diciembre de 1985, 3 y 18 de Enero de 1986). El método de transplante arrojó mejores resultados en aumentar el peso del bulbo y la época temprana de siembra (19 de Diciembre) y resultó en rendimientos más altos. Ello debido a que esto permitió desarrollar más hojas antes del inicio de la bulbificación en comparación con la siembra más tardía.

En Venezuela la evaluación de cultivares de hortalizas es muy escasa, posiblemente consecuencia de que toda la semilla sexual utilizada por los productores es importada. Las evaluaciones mayormente han sido realizadas en sus lugares de origen y en nuestras áreas de siembra se han hecho solo pruebas de adaptación, muy prácticas, realizadas por sus representantes o proveedores de semillas en nuestro país. Sin embargo, se pueden conseguir publicaciones de comparaciones de cultivares de algunos cultivos olerícolas en diferentes regiones de Venezuela, como es el caso de los rubros caraota (Ascensio y Sgambatti, 1975), maní (Delgado *et al.*, 1981), papa (Aponte, 1985), brócoli (Albarracin *et al.*, 1995) y cannalia (Marin, 1996) entre otros. En relación a la evaluación de cultivares de cebolla nos encontramos con una muy escasa información, así podríamos citar las evaluaciones realizadas por Perlasca (1953), González *et al.*, (1985), Díaz (1994), FAO-INTA (1994) y mas recientemente por Ramirez (2001), todas estas realizadas en experimentos de campo en el estado Lara.

C. El cultivo de cebolla en los trópicos.

Las ecoregiones tropicales están localizadas entre los trópicos de cáncer y capricornio, entre los 23° 27' de latitud norte y sur o dentro de la zona tórrida (Lal, 2000). Las regiones tropicales son además clasificadas en húmedas, subhúmedas, semiáridas y áridas en base al número de meses húmedos; mayor de 10, entre 5 y 10, entre 3 y 5, y menos de 3 meses respectivamente (Lal, 1990).

Los cultivos de cebolla, ajo y chalotes son ampliamente sembrados en los trópicos pero

presentan una baja productividad. Existe una gran brecha entre los rendimientos de cebolla en los países tropicales (menor a 10 t.ha⁻¹) y templados (mayor a 40 t.ha⁻¹) y hay varias razones que explican esta variación, lo cual puede cubrir tanto factores bióticos como abióticos. No obstante, es cierto que la cantidad de investigación realizada en cebolla en climas templados es mucho mayor que en condiciones tropicales (Pathak, 1994). Pocos estudios han sido realizados en la fisiología de la cebolla de días cortos en comparación con muchos de los tópicos agronómicos. Un problema el cual esta aumentando aparentemente, es que no todos los cultivares de cebolla de polinización abierta (variedades) actualmente comercializados bajo el mismo nombre dan comportamientos similares en ambientes tropicales: mucho han diferido genéticamente después de una selección continua en diferentes lugares (Currah y Proctor, 1994).

Las regiones tropicales varían significativamente en temperatura, sin embargo, todas presentan una fluctuación de la duración del día constante dentro del rango de 12 +/- 1 h y una estación húmeda y otra seca. Las cebollas de días cortos son cultivadas a lo largo de los trópicos, pero la producción comercial es principalmente concentrada ya sea a altas altitudes o en ambientes semiáridos donde las temperaturas diarias pueden variar de 15 a 25 °C y de 18 a 32 °C, respectivamente (Uzo y Currah, 1990). Por ejemplo, cebollas amarillas de días cortos son producidas en Venezuela durante todo el año y las principales áreas están localizadas en condiciones semiáridas, entre los 9° y 11° de latitud N y longitudes del día de 11,6 h en diciembre a 12,9 h en junio (Ramirez, 2001).

En países tropicales cercanos al ecuador ocurre solamente un fotoperiodo natural de alrededor de entre 11,5 y 12,5 horas, lo cual es importante para la bulbificación en cebolla. A pesar del hecho que la variación de la duración del día durante el año en los trópicos es pequeña, esto tiene un efecto considerable en el desarrollo del bulbo de la cebolla (Mettananda, 1996). Anteriormente, otros investigadores demostraron que los cultivares tropicales de cebolla bulbifican más temprano bajo condiciones de días largos. Sin embargo, existen otros factores que pueden interactuar con la longitud del día para influenciar la época de bulbificación (Mettananda y Fordham, 1997). La longitud del día es considerada la principal determinante de la bulbificación, pero en los trópicos donde solo ocurren pequeños

cambios en la duración del día, la temperatura ha sido sugerida como el factor más importante (Abdalla, 1967; Robinson, 1971).

Kato (1964) y Butt (1968) demostraron que la bulbificación es más rápida a temperaturas más altas que en las más bajas. Steer (1980) reportó que la tasa de bulbificación aumentó con incremento de la temperatura nocturna y el efecto de esta temperatura pudo haber sido sobre la translocación de los carbohidratos a los bulbos y su metabolismo. Factores como el espaciamiento entre plantas, tamaño de la plántula y la edad de transplante son también importantes en la bulbificación de la cebolla bajo condiciones tropicales (Mettananda, 1996). En regiones tropicales, donde la duración del día es más corta y casi constante, un avance de la maduración del bulbo puede ser más marcado y ser utilizado ventajosamente con densidades apropiadas de población (Weerasinghe y Fordham, 1994). Según Wiles (1994), se requieren observaciones en el campo que estudien el efecto de la época de siembra en el desarrollo del bulbo (catafilas) en condiciones tropicales. En cultivos de bulbo son limitados los estudios sobre parámetros como área foliar, tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta, relación e índice de área foliar (Srinivasa, 1988).

Uno de los requerimientos para el análisis de crecimiento vegetal es la disponibilidad de datos precisos en los órganos asimiladores tales como la hoja y la acumulación de materia seca por toda la planta y sus partes (Iortsuun y Khan, 1989). Con respecto a esto, Robinson (1973) encontró que cebollas de días cortos de similar edad cronológica pero difiriendo en peso, tenían relaciones de bulbo a materia seca de hoja constante en cualquier etapa particular de crecimiento. Además, él notó un ensanchamiento precoz del bulbo debido a altas temperaturas.

D. La producción de cebolla en Venezuela y en el estado Guárico.

Hace 50 años en Venezuela, la cebolla era una de las hortalizas más importantes de las regiones altas en las poblaciones Larenses de Sanare y Cubiro (Perlasca, 1953). La cebolla sigue siendo un cultivo muy importante en este estado y es actualmente el mayor productor nacional. Este cultivo se ha mudado a los pisos bajos de la Depresión de Quibor y sus alrededores en un clima semiárido tropical. La producción y los sistemas utilizados siguen

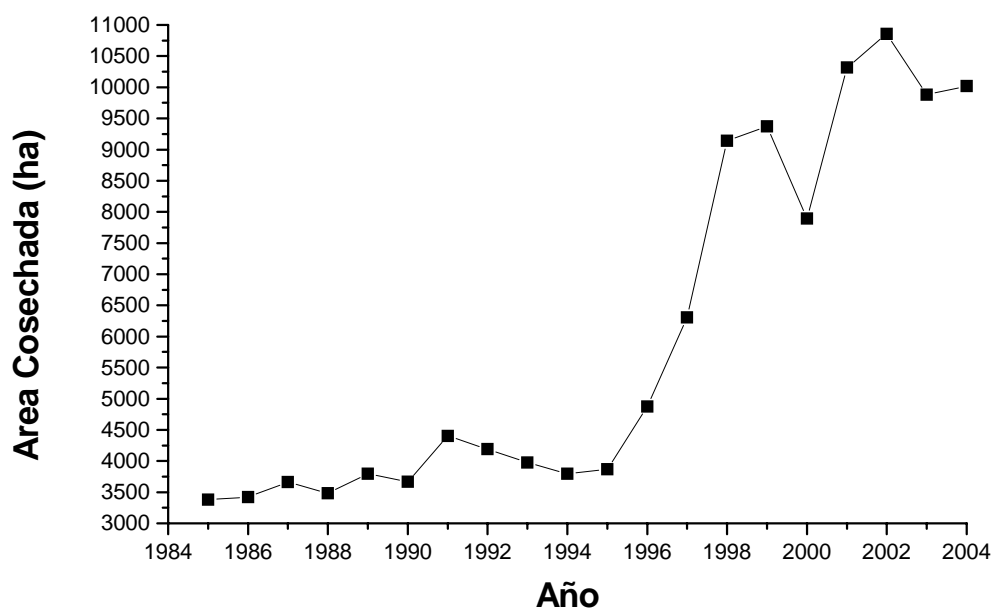
siendo mayormente por agricultores de origen Canario y sus descendientes. Sin embargo, aunque ha aumentado la productividad y se conoce del gran potencial de producción de este cultivo en diversas zonas de vida o climas, todavía existe un alto volumen anual de importación, el cual se ha mantenido en un 50 % del total del consumo durante los últimos años (FAO, 2000). Aunado a esto, los agricultores enfrentan cada día problemas de manejo, a consecuencia del clima, de adopción directa de tecnologías foráneas convencionales y de la tradición del monocultivo por haberse convertido en un rubro rentable durante todo el año.

Los problemas como la aparición de nuevas plagas (bacterias principalmente), las limitantes hídricas, la baja fertilidad del suelo, los altos costos de producción y los bajos rendimientos del cultivo entre otros, han originado una toma de conciencia entre los productores. En consecuencia un análisis integral de la producción junto con las demás personas involucradas en el proceso (comercializadores, casas agrícolas, investigadores, técnicos, gobierno, etc.). Adicionalmente los agricultores siempre han tomado una importante atención en el manejo y conservación del ecosistema. De esta manera ellos siempre estarán abiertos a considerar cualquier otro sistema diferente al convencionalmente usado (Ramirez, 2001).

Luego de una consideración integral de los entes involucrados en la producción de este tan importante rubro de cebolla, hoy día se observa que la importación ha disminuido drásticamente, mientras que el área cosechada ha ido en aumento, producto principalmente del surgimiento de áreas importantes de siembra, como es el caso de los Llanos Venezolanos, incluido en primer lugar el estado Guarico. De acuerdo a Hernández y López (2002), esta población de los llanos tiene una tradición por ser una entidad con un notable desarrollo agropecuario, que tiene en uso de su tierra una superficie trascendental bajo ganadería extensiva e intensiva y agricultura. Lo correspondiente a la agricultura esta representada por la producción nacional significativa de los cultivos anuales maíz, sorgo, fríjol y caraota y también fue conocido por ser un estado muy importante en la producción de los cultivos agroindustriales algodón y tabaco. Estos autores (Hernández y López, 2002) señalan que el estado Guarico con una extensión importante de su territorio bajo el ecosistema de sabanas, se ha perfilado como uno de los potenciales productores de cereales del país, y en los últimos 35

años, el patrón de uso de la tierra en las sabanas ha pasado de ser un área con predominancia de ganadería extensiva, hacia la producción de cultivos limpios con doble propósito (producción de grano y alimentación animal con la soca). Simultáneamente a esta transición en el uso de la tierra, sus productores han introducido cultivos olerícolas principalmente durante el periodo seco del año (Diciembre a Abril). Al respecto se consiguen cifras con producciones comerciales importantes de los cultivos tomate (consumo fresco y uso industrial) y melón (Boscan et al., 1994, Lugo y Sanabria, 2001), principalmente en los alrededores de la población del Sombrero. De la misma manera estos productores iniciaron una producción significativa de cebolla, consecuencia en gran parte a una disminución del área de siembra en las tradicionales zonas productoras de cebolla de los estados Lara y Falcón.

Si se observan algunas estadísticas generadas por la FAO (2005) y la dirección de estadística del Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT) de Venezuela, se nota como ha sido este proceso de transición del uso de la tierra en el estado Guarico y como actualmente se ha convertido en el segundo estado a nivel nacional en la producción de cebolla y el primer lugar en cuanto a rendimientos por hectárea se refiere (Cuadro 1). Según la figura 1 se percibe como ha aumentado la producción nacional en las ultimas tres décadas y principalmente a partir del año 1995, cuando otros municipios del estado Lara (Torres e Iribarren) se incorporan en la producción junto al municipio líder a nivel nacional (Jiménez). Esta incorporación y aumento del área en producción fue tal vez originado por la disminución importante en producción del estado Falcón, debido principalmente a los problemas de salinidad de suelos y aguas en las zonas cebolleras de ese estado, el cual fue junto al estado Lara, los mayores productores de este rubro por varios años, con un aporte de mas del 90 % de la producción nacional. De igual forma el estado Guarico junto a otros estados del Llano resurgen en su producción, motivado principalmente al problema sanitario (bacteriosis foliar) enfrentado por los productores del estado Lara a partir del año 1998 (Ramirez, 2001), tal como se puede observar en el cuadro 1.



Fuente: FAO (2005)

Figura 1. área cosechada del cultivo de cebolla en Venezuela en el periodo 1985 – 2004.

Cuadro 1. área cosechada y rendimientos del cultivo de cebolla según la entidad federal en el periodo 2000 – 2002.

Entidad Federal	área cosechada (ha)			Rendimiento (kg/ha)		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Anzoátegui	0	0	52	0	0	8.558
Aragua	354	170	265	20.243	21.747	22.740
Carabobo	312	434	387	20.657	25.290	24.987
Falcón	215	254	296	19.288	21.988	28.635
Guárico	554	1.464	2.096	28.608	28.443	28.612
Lara	5.612	7.119	7.085	22.790	22.468	25.234
Mérida	105	88	120	18.210	14.227	14.575
Monagas	0	10	39	0	13.100	20.000
Táchira	478	406	437	15.410	16.204	17.332
Trujillo	64	81	154	15.953	16.222	16.253
Yaracuy	2	0	1	17.000	0	12.000
Zulia	195	292	36	17.379	16.685	19.389
TOTAL / Promedio	7.537	10.148	10.968	22.206	22.873	25.227

Fuente: Dirección de estadística. Ministerio de Agricultura y Tierras (MAT).

III. MATERIALES Y METODOS

A. Area de estudio.

El experimento fue realizado bajo un clima tropical en condiciones de campo en la Finca “Samanote” localizada a 20 km al oeste de la población de Zaraza (9° 17’N, 65° 29’O, 60 msnm), en el municipio Pedro Zaraza del estado Guarico (Anexo 1). Esta zona presenta el clima típico de los llanos centrales venezolanos, siendo marcadamente biestacional (Hernández y López, 2002). La influencia de los vientos alisios del NE y de la masa de aire ecuatorial, dan origen a un periodo seco (diciembre – abril) y otro húmedo (mayo – noviembre) (Chacon y Vásquez, 1989). Según datos promedios anuales de la estación climática del Ministerio del Ambiente (Tipo C3, serial 2625), muy cercana al área de estudio, esta zona tiene una temperatura promedio anual de 26,5°C, precipitación anual de 1100mm y una evaporación potencial sobre los 2200mm.

El suelo en el cual se realizó el estudio se encuentra en la cuenca del río Unare, específicamente en la subcuenca del Unare medio (Anexo 1) y fue clasificado por Ayala *et al.*, (1995) como una consociación Ustropepts (70%), con inclusiones de Haplusterts, Haplustalfs y Ustorthents. Geomorfologicamente se encuentra en un paisaje colinar con un relieve de lomas fuertemente onduladas y de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Según estos autores, la capacidad de uso de estos suelos es clase IV, con limitaciones de suelo y topografía para los cultivos de cereales, leguminosas, auyama y pastos. De acuerdo con el análisis de rutina de la muestra de suelo compuesta tomada en septiembre 2004 (Anexo 2), este suelo (0 – 20 cm profundidad) presentó un pH de 5,3 (muy ácido), una salinidad de 0,46 dS/m (muy baja), 1,8 % de materia orgánica (bajo), 8 ppm de fósforo (bajo), 135 ppm de potasio (medio), 3356 ppm de calcio (alto) y 1478 ppm de magnesio (alto), una textura arcillosa (pesada) y una estructura granular.

B. Producción de plantas.

Se transplantaron plántulas de 56 días de edad de 21 cultivares de cebolla (6 variedades y 15 híbridos) (Cuadro 2) el 1 de Febrero y fueron cosechadas el 1 de Mayo del año 2005. La producción de plántulas en bandejas de polietileno negras fue realizada por la

empresa Súper Plántulas, ubicada en Turmero estado Aragua. La densidad de siembra fue de 2 semillas por punto (alveolo) en bandejas de 288 alvéolos. El manejo sanitario, la fertilización y el riego fueron los convencionalmente usados por la empresa, los cuales son específicos para el cultivo de la cebolla en la etapa de semillero. Debido a que el transplante fue tardío, las plántulas fueron podadas en sus topes foliares aproximadamente cuando tenían 40 días de ser sembradas.

Cuadro 2. Cultivares de cebolla evaluados.

Cultivar	Tipo de Cultivar	Compañía de Semilla
Orlando 686	Hibrido	Hazera Seeds, Israel
HA-1367	Hibrido	Hazera Seeds, Israel
HA-1477	Hibrido	Hazera Seeds, Israel
Texas Grano 438 (TG 438)	Variedad	Tanausu ASGROW, USA
Granex 429	Hibrido	Tanausu ASGROW, USA
Centaur	Hibrido	Tanausu ASGROW, USA
Mata Hari	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Nirvana	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Don Victor	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Safari	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Excalibur	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Nathasha	Hibrido	Numhens, USA-Europa
Wallon Brown	Variedad	Magnus Kahl seeds, Australia
Early Lockyer Brown	Variedad	Magnus Kahl seeds, Australia
Early Lockyer White	Variedad	Magnus Kahl seeds, Australia
Reina 438 – Semiorto	Variedad	Semiorto Sementi
Reina 438 – Paimer	Variedad	Paimer Seeds
Princesa	Hibrido	Magna Seeds, USA
Mercedes	Hibrido	Magna Seeds, USA
Linda Vista	Hibrido	Magna Seeds, USA
PS1791	Hibrido	Magna Seeds, USA

Después del trasplante, las practicas culturales de riego, fertilización y plaguicidas fueron realizadas bajo el manejo convencional usado en la producción comercial de cebolla de la finca (Cuadro 3). El sistema de riego utilizado fue por goteo (3 cintas superficiales en canteros de 1,5 m de ancho y una separación entre emisores de 30 cm) y una densidad de plantas de aproximadamente 400 mil/ha. En un área central de la producción comercial se estableció el estudio bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar. El cual incluía 21 tratamientos (cultivares) y cinco replicaciones. Cada unidad experimental (UE, 105 en total) era una parcela rectangular (8 m largo x 1,2 m ancho) de 8 hileras de plantas y un total aproximado de 700 plantas.

Cuadro 3. Practicas culturales de la finca “Samanote” (Zaraza estado Guarico) realizadas en la producción comercial y en el experimento de cebolla durante el periodo Enero-Mayo 2005.

Fertilización	Herbicidas	Plaguicidas
1. Fertilización edáfica básica: 1200 kg/ha 12-12-17/2.	Glyfosan 1 L/ha, Prowl 4 L/ha,	1. Insecticidas: Curacron 1 L/ha, Nudrin 1 L/ha, Karate 1 L/ha, Carbodan 1 L/ha.
2.. Fertirrigación: 230 kg/ha Urea, 80 kg/ha Nitrato de Calcio, 176 kg/ha 18-18-18, 120 kg/ha 13-00-46 y 113 kg/ha 17-44-00.	H1 2000 1 L/ha, Dual 0,4 L/ha, Koltar 0,6 L/ha, Basagran 0,4 L/ha.	2. Fungicidas: Cobrex 2 L/ha, Kumulus 1 L/ha, Funcarb 0,5 L/ha, Ridomil 1 L/ha.
3. Fertilización Foliar: Fetrilon Combi 0,5 kg/ha, Nitrofoska 2 L/ha, Humus Liquido 2 L/ha.		3. Bactericida: Kasumin 1,5 L/ha

C. Evaluaciones.

En horas de la mañana (6 a 8 am) fueron realizados 5 muestreos en cada una de las UE a los 21, 35, 42, 56, 77 y 90 días después de trasplante (ddt) para los respectivos análisis de crecimiento, desarrollo y nutrición. Para cada época de muestreo, un número de 10 plantas continuas eran removidas de las hileras centrales y en el mismo sitio en cada una de las parcelas. Las 10 plantas estaban adyacentes unas de otras en las hileras, pero separadas del próximo muestreo por dos plantas guardas. Luego de lavar las plantas se realizaron mediciones no destructivas de diámetro del bulbo (db), diámetro del cuello (dc), número de hojas (nh), y destructivas para medir el largo y ancho de las hojas, los pesos frescos y secos de bulbo (pfb, psb) y de las hojas (pfh, psh), además se calcularon los índices de bulbificación

(IB), la translocación de fotosintatos y minerales (IT), y área foliar (AF) siguiendo la metodología utilizada por Ramirez (2001), Pérez (2004) y Fernández (2004). El índice de bulbificación (IB) es la relación entre el máximo diámetro del bulbo y el mínimo diámetro del pseudotallo o cuello. Los diámetros de bulbo y cuello fueron medidos usando caliperos o verniers digitales. La primera hoja verdadera fue tomada como una hoja de al menos 10 mm en longitud desde el punto de emergencia (Mondal et al., 1986). El área foliar fue calculada por la medición de la longitud de cada hoja multiplicada por el máximo ancho de la hoja aplanada y un factor de 0.7 (Brewster y Barnes, 1981 modificado). El máximo ancho de la hoja fue tomado como el ancho al 25% de la distancia desde la base de la hoja al ápice (Gamiely et al., 1991).

Se realizó un muestreo de tejido foliar a los 42 ddt para determinar contenido de N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Mn y B (Pire et al., 2001) y el mismo día se realizó un muestreo de suelo (0 – 20 cm). El material seco (hojas) fue molido hasta formar un polvo homogéneo, el cual fue colectado y almacenado en bolsas plásticas con cierre mágico en un lugar seco a temperatura ambiente. Las muestras fueron resecadas antes de la molienda para los análisis respectivos: Nitrógeno (Kjeldahl), Fósforo (Colorimetría), Potasio (Fotómetro de llama) y Calcio, Magnesio, Cobre, Zinc, Hierro, Manganeso y Sodio por absorción atómica. Todos previa digestión húmeda (P y K) y seca (Ca, Mg, Cu, Zn, Fe, Mn y Na) y expresados en base al contenido de materia seca (%). La muestra compuesta de suelo fue analizada químicamente (pH, CE y contenido de algunos nutrientes, y el contenido de materia orgánica) como análisis de rutina con fines de fertilidad por el laboratorio de química y suelos de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (Anexo 3) (Ramirez, 1996, Ramirez et al., 1999, Ramirez, 2001).

Una semana antes de la cosecha, se determinó el porcentaje de maduración (plantas con cuellos doblados), enchuzamiento (cuellos gruesos), y bulbos dobles. Luego se realizó la cosecha (60 bulbos de los hilos centrales de cada parcela). Estos bulbos fueron curados durante una semana en las instalaciones del posgrado de Agronomía de la UCLA, en Cabudare estado Lara. Posteriormente, los bulbos fueron pesados para calcular sus rendimientos. Estos bulbos se limpiaron, se secaron y se seleccionaron para futuros análisis de evaluación de la

calidad poscosecha durante almacenamiento (Dib, 2003, Rodríguez *et al.*, 1998, Ramirez, 1996, Ramirez, 2001, Lancaster *et al.*, 1995 y Zambrano *et al.*, 1994). Se seleccionaron 30 bulbos curados y separados en tres grupos de bulbos y colocados en mallas plásticas para los respectivos análisis.

El primer grupo de 5 bulbos fue tomado para determinar el contenido de piruvato ($\mu\text{mol.g}^{-1}$). El segundo (5) y el tercer (20) grupo de bulbos fue almacenado y colocado en estantes en un cuarto a temperatura ambiente (25°C en promedio) durante 60 días. Cada 2 semanas (15 días), las bolsas mallas que contenían 5 bulbos eran pesadas y visualmente inspeccionadas para registrar la pérdida de peso (%), incidencia de enfermedades y bulbos grelados (%). En estas mismas fechas de muestreo de la calidad poscosecha, se tomaban 2 a 3 bulbos de las mallas con 20 bulbos para determinar el pH, acidez, contenido de materia seca y sólidos solubles totales siguiendo las metodologías de Ramirez (1996).

Las metodologías utilizadas para los análisis destructivos y no destructivos fueron:

1. Análisis no destructivos: análisis gravimétrico de pérdida de peso y evaluación visual de enfermedades y grelación.
2. Análisis destructivos: En cada evaluación se seleccionaban 2 o 3 bulbos de cebolla por malla, los cuales eran licuados por 30 segundos para los siguientes análisis:

(a). Sólidos solubles totales (SST): del material licuado en reposo se tomaba una gota del sobrenadante para determinar los SST por refractometría, expresando los resultados en grados Brix.

(b). pH y acidez: Se tomaron 5 g del material licuado y se le agregó 80 ml de agua destilada, a la cual se le medía el pH. La acidez se determinó en la misma muestra, mediante titulación potenciométrica con NaOH 0,1N, hasta alcanzar un pH de 8,1.

(c). Piruvato: Determinado siguiendo la metodología definida por Schwimmer y Weston (1961).

(d). Materia Seca (MS): Se tomó una muestra de aproximadamente 50 g y se llevo a la estufa a 75°C por 72 horas.

D. Predicción de la bulbificación.

Para detectar el inicio de la bulbificación en plantas individuales fue usada la técnica de sumas acumulativas (cusums). El índice de bulbificación de 1,2 fue seleccionado para tomar en cuenta las pequeñas variaciones en las medidas de los diámetros del bulbo. Este valor umbral fue sustraído de la relación calculada para cada bulbo en cada época de medición y las diferencias acumuladas. Las sumas acumulativas o cusums de estas diferencias fueron ploteadas en el tiempo (Lancaster *et al.*, 1986 y 1996).

E. Análisis estadístico.

Las variables estudiadas fueron examinadas por análisis de varianza (ANOVA). Sus diferencias fueron comparadas por prueba de medias de rango múltiple de Duncan a una probabilidad $P \leq 0,05$. Antes del ANOVA, toda la data fue chequeada para comprobar su normalidad y homogeneidad. Todos los datos fueron analizados usando el programa estadístico SAS edición para Windows.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Crecimiento Foliar de la Cebolla.

Inicialmente en las primeras semanas luego del transplante, las plántulas de cebolla con aproximadamente 4 y 5 hojas han superado el estrés y se han adaptado o establecido en el campo de producción. Entonces, la etapa de prebulbificación se reinicia, seguida por la bulbificación y la etapa final de maduración y cosecha del cultivo. Existe una íntima relación y dependencia en y entre cada una de las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo de la cebolla, así, se puede considerar que un buen crecimiento foliar determinará directamente un mejor desarrollo, rendimiento y calidad del bulbo.

De acuerdo a los cuadros 4 y 5 y la figura del anexo 4, se puede notar que todos los cultivares mostraron diferencias significativas en todas las fechas de muestreo para las características evaluadas de crecimiento foliar: número de hojas (nh), pesos fresco y seco de las hojas (pfh y psh) y el área foliar (AF). Según el cuadro 4 y anexo 4, observamos que la mayoría de los cultivares alcanzan el mayor nh (6 a 9 hojas) a los 42 ddt, con excepción de los cultivares E Brown, Centaur y W Brown donde esto ocurre a los 35 ddt, mientras que para los cultivares PS1791 y Linda Vista sucede a los 56 ddt. En referencia al pfh, psh (Cuadro 5) y AF (Cuadro 4), alcanzaron sus máximos valores a los 56 ddt, exceptuando los cultivares Safari, Don Víctor (pfh) y Nirvana (psh) a los 42 ddt y el cultivar Orlando (pfh y psh) a los 77 ddt.

El comportamiento particular en el crecimiento foliar de algunos cultivares pudiese ser principalmente dependiente de los factores genéticos y los factores abióticos (ambiente) y bióticos (plagas y enfermedades) característicos de la zona bajo estudio (Sabana Tropical). Por ejemplo, observamos un crecimiento foliar precoz de los cultivares E Brown, Centaur, W Brown, Safari, Don Víctor, y Nirvana, mientras que el cultivar Orlando presentó un crecimiento foliar tardío. Esta respuesta es principalmente debida a su condición de ser materiales genéticos de días cortos de un ciclo precoz si los comparamos con los otros materiales que también son de días cortos, pero de ciclo intermedio y/o tardío como es el caso del cultivar Orlando.

Cuadro 4. El numero de hojas (nh) y el area foliar (AF) de 21 cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.

Nh Cultivar	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
Mata Hari	5,00 abc	7,00 ab	8,56 ab	8,90 abc	6,20 bc	0,20 fg
HA-1477	4,59 bcde	6,59 ab	7,92 abc	7,80 bcde	4,80 bcd	1,20 defg
Safari	4,50 bcde	6,09 b	6,08 def	4,70 i	2,80 ef	0,40 efg
PS1791	4,25 cde	6,17 b	7,80 abc	9,00 ab	6,50 b	2,30 bcde
Excalibur	4,67 bcde	7,00 ab	7,58 abcd	7,70 bcde	5,50 bc	1,30 defg
TG 438	4,50 bcde	6,75 ab	7,75 abc	8,10 abcde	5,80 bc	2,20 bcdef
Princesa	4,17 de	6,67 ab	6,92 cde	6,80 efgh	5,80 bc	1,80 cdefg
Reina 438-S	4,67 bcde	7,00 ab	8,09 abc	8,40 abcd	5,90 bc	2,60 bcd
Linda Vista	4,33 bcde	6,83 ab	8,25 abc	9,50 a	6,10 bc	2,10 bcdef
E. Brown	4,84 abcd	6,17 b	5,50 ef	5,60 hi	2,80 ef	0,00 g
Centaur	4,42 bcde	7,08 ab	7,42 abcd	7,30 defg	5,80 bc	0,80 defg
W. Brown	4,17 de	5,83 b	5,42 f	4,90 i	3,50 def	0,00 g
Reina 438-P	4,42 bcde	7,58 a	7,58 abcd	7,80 bcde	5,50 bc	1,70 defg
HA-1367	4,92 abcd	6,34 b	7,42 abcd	7,00 defgh	6,70 b	3,70 b
G. 429	4,58 bcde	7,00 ab	7,83 abc	8,40 abcd	6,20 bc	1,90 bcdefg
E. White	4,00 e	6,44 ab	6,78 cdef	5,90 fghi	4,40 cde	0,70 defg
Don Víctor	4,50 bcde	6,92 ab	8,08 abc	7,00 defgh	5,60 bc	0,70 defg
Mercedes	4,42 bcde	6,75 ab	8,08 abc	7,40 cdef	3,60 def	0,80 defg
Nirvana	4,83 abcd	6,00 b	7,03 bcd	5,90 ghi	2,50 f	0,50 efg
Orlando 686	5,08 ab	7,00 ab	8,92 a	9,40 a	9,40 a	7,10 a
Nathasha	5,50 a	6,75 ab	7,92 abc	7,90 bcde	6,10 bc	3,60 bc

AF (cm ² /planta)	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
Mata Hari	46 b	152 abcd	266 abc	413 b	245 bc	3 d
HA-1477	42 bc	180 ab	256 abcd	349 bcd	168 cdef	14 d
Safari	32 bcd	112 cd	156 fg	108 i	44 g	3 d
PS1791	29 cd	126 bcd	270 abc	358 bcd	205 bcd	29 cd
Excalibur	35 bcd	183 ab	234 bcde	288 cdefg	165 cdef	27 cd
TG 438	40 bc	184 ab	305 ab	392 bcd	282 b	36 cd
Princesa	32 bcd	145 abcd	210 cdef	328 bcde	161 cdef	24 cd
Reina 438-S	36 bcd	190 ab	263 abc	395 bcd	247 bc	44 bcd
Linda Vista	33 bcd	170 abc	252 abcd	397 bcd	175 bcde	21 cd
E. Brown	31 cd	133 abcd	135 fg	196 ghi	59 fg	0 d
Centaur	34 bcd	208 a	259 abcd	324 bcde	179 bcde	13 d
W. Brown	22 d	96 d	113 g	157 hi	62 fg	0 d
Reina 438-P	39 bc	156 abcd	211 cdef	400 bc	206 bcd	30 cd
HA-1367	40 bc	163 abc	244 abcde	318 bcde	257 bc	64 bc
G. 429	43 bc	167 abc	270 abc	375 bcd	202 bcd	27 cd
E. White	32 bcd	139 bcd	172 efg	227 efgh	96 defg	16 d
Don Víctor	31 cd	186 ab	257 abcd	279 defg	133 defg	5 d
Mercedes	36 bcd	154 abcd	247 abcde	312 bcdef	90 efg	8 d
Nirvana	33 bcd	110 cd	179 defg	203 fghi	49 g	5 d
Orlando 686	43 bc	183 ab	266 abc	519 a	503 a	254 a
Nathasha	64 a	181 ab	324 a	409 b	179 bcde	83 b

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 .

Cuadro 5. Pesos fresco (pfh) y seco (psh) de las hojas (gramos/10 plantas) de 21 cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.

Cultivar	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
pfh						
Mata Hari	46,27 b	194,3 abcde	377,8 a	603,4 a	357,3 b	41,2 cd
HA-1477	42,66 bcd	232,3 abc	348,1 ab	431,9 bc	208,5 defgh	126,2 cd
Safari	32,55 de	132,5 e	220,9 cde	149,0 f	58,6 j	14,7 d
PS1791	33,01 cde	168,4 bcde	394,6 a	459,5 bc	289,8 bcde	110,8 cd
Excalibur	32,99 cde	259,6 abc	305,1 abcd	364,5 cd	215,6 defg	96,1 cd
TG 438	33,65 bcd	224,1 abcd	336,9 ab	482,5 abc	348,2 bc	106,1 cd
Princesa	32,33 de	179,9 bcde	291,0 abcd	303,7 de	223,5 cdef	54,2 cd
Reina 438-S	33,60 bcd	241,0 ab	342,5 ab	492,6 abc	342,9 bc	126,4 cd
Linda Vista	34,82 bcd	200,8 abcde	342,7 ab	530,2 ab	227,2 cdef	69,4 cd
E. Brown	30,26 de	186,2 abcde	207,1 de	211,4 ef	83,3 ij	4,4 d
Centaur	34,77 bcd	280,5 a	387,6 a	435,9 bc	230,8 bcdef	56,2 cd
W. Brown	21,06 e	139,4 de	152,0 e	213,4 ef	99,0 ghij	5,1 d
Reina 438-P	31,94 de	169,4 bcde	283,5 abcd	439,9 bc	333,2 bed	80,3 cd
HA-1367	40,59 bcd	219,8 abcde	351,1 ab	457,7 bc	356,9 b	148,8 bc
G. 429	40,55 bcd	232,3 abc	384,0 a	445,4 bc	291,2 bcde	68,3 cd
E. White	35,89 bcd	184,4 bcde	253,3 bcde	261,5 def	131,5 fghij	27,5 cd
Don Víctor	42,53 bcd	247,2 ab	377,4 a	363,5 cd	198,7 efghi	29,1 cd
Mercedes	37,19 bcd	197,9 abcde	327,7 abc	367,0 cd	139,7 fghij	31,5 cd
Nirvana	34,36 bcd	143,7 cde	240,3 bcde	240,1 ef	88,9 hij	6,8 d
Orlando 686	45,52 bc	230,8 abc	375,9 a	595,8 a	679,9 a	526,6 a
Nathasha	66,93 a	247,2 ab	311,8 abcd	540,5 ab	318,5 bcde	244,5 b
Cultivar	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
psh						
Mata Hari	3,09 b	12,58 bc	23,57 abc	40,30 ab	25,30 bcde	9,20 cd
HA-1477	2,86 bc	16,68 ab	24,49 ab	32,60 bcdefg	17,60 efgh	6,40 d
Safari	2,43 bc	11,36 bc	13,20 ef	12,70 k	7,80 i	3,30 d
PS1791	2,16 cd	12,18 bc	22,09 abcd	31,70 cdefgh	22,90 bcde	12,80 bcd
Excalibur	2,13 cd	14,76 abc	16,70 bcdef	24,40 ghij	19,10 cdefgh	10,20 bcd
TG 438	2,30 bcd	15,16 ab	20,90 abcd	38,10 bcd	24,70 bcde	11,80 bcd
Princesa	2,22 cd	13,04 bc	15,10 def	28,50 efgh	18,30 defgh	7,10 d
Reina 438-S	2,32 bc	15,36 ab	21,80 abcd	35,70 bcde	27,50 b	15,20 bcd
Linda Vista	2,21 cd	13,01 bc	16,90 bcdef	37,30 bcd	20,10 bcdefg	15,20 bcd
E. Brown	2,24 bcd	13,09 bc	12,40 ef	15,60 k	9,03 i	1,30 d
Centaur	2,33 bc	18,81 a	22,20 abcd	28,30 efgh	22,20 bcdef	8,90 cd
W. Brown	1,48 d	9,55 c	10,40 f	15,50 k	8,60 i	1,60 d
Reina 438-P	2,28 bcd	11,59 bc	17,10 abcdef	35,60 bcde	26,10 bcd	9,90 bcd
HA-1367	2,77 bc	15,32 ab	20,10 abcde	30,90 defgh	26,90 bc	14,30 bcd
G. 429	2,73 bc	16,00 ab	22,64 abcd	33,10 bcdef	21,50 bcdef	13,90 bcd
E. White	2,47 bc	13,33 bc	15,90 cdef	19,50 ijk	14,20 fghi	24,10 b
Don Víctor	2,75 bc	14,79 abc	19,04 abcde	23,80 hij	17,60 efgh	5,30 d
Mercedes	2,62 bc	13,89 abc	18,80 abcde	27,20 fghi	12,60 ghi	5,20 d
Nirvana	2,39 bc	9,73 c	15,10 def	17,80 jk	11,10 hi	1,80 d
Orlando 686	2,98 bc	16,25 ab	24,20 ab	46,20 a	50,90 a	43,90 a
Nathasha	4,33 a	16,62 ab	24,86 a	39,9 abc	28,03 b	21,50 bc

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 .

Adicionalmente es notoria la susceptibilidad de estos materiales de días cortos a plagas y enfermedades, principalmente los cultivares de polinización abierta o variedades (E Brown y W Brown). Se ha reportado ampliamente la incidencia de diversos hongos del suelo, que colonizan agresivamente los ambientes con altas temperaturas y húmedos de los suelos de los llanos tropicales (Lugo y Sanabria, 2001), los cuales causan enfermedades limitantes en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la cebolla, como es el caso principalmente de los hongos del suelo de los géneros *Fusarium* y *Sclerotium*.

Es importante resaltar la importancia del crecimiento foliar en el desarrollo del bulbo y la productividad del cultivo de cebolla. Luego de iniciarse la bulbificación se considera esencial la producción de hojas verdes, por ser central en el proceso del desarrollo del bulbo, debido a que estas hojas son los órganos claves suplidores de los asimilados para la expansión del bulbo. De esta manera, el tamaño y número de hojas producidas luego de iniciada la bulbificación son signos de predicción lógicos del tamaño final del bulbo (Lancaster *et al.*, 1996). Según Heath y Holdsworth (1948), la emergencia de hojas verdes cesa inmediatamente o muy pronto luego del inicio de la bulbificación. Sin embargo, en algunos cultivares de este estudio se puede observar que el inicio de la bulbificación no paralizó la emergencia de nuevas hojas. Observaciones similares fueron reportadas por Abdalla (1967), Robinson (1971), Wickramasinghe *et al.*, (2000) y Ramirez (2001) en cebollas en el trópico y por Lancaster *et al.*, (1996) en clima templado.

B. Desarrollo del Bulbo de Cebolla.

Simultáneamente al crecimiento foliar y cuando las condiciones ambientales lo permiten se inicia el desarrollo del bulbo o bulbificación. Un cambio en la relación de los diámetros de bulbo y cuello es un indicador sensible y consistente del comienzo de la bulbificación (Mann, 1952). En la bulbificación, el diámetro de bulbo comienza a aumentar muy rápidamente y así la relación de diámetros también se incrementa (Lancaster *et al.*, 1996). En el cuadro 6 y la figura del anexo 5, podemos observar la tendencia y aumento del diámetro de bulbo (db) para los 21 cultivares y sus diferencias significativas en todas las épocas de muestreo.

Cuadro 6. Diámetro (db) y peso fresco de bulbo (pfb) (gramos/10 plantas) de 21 cultivares de cebolla durante su desarrollo en Zaraza estado Guarico.

Cultivar	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
Mata Hari	0,78 abc	1,68 bcdef	2,28 cdefgh	4,36 bcdef	6,45 a	6,78 a
HA-1477	0,70 abcde	1,74 bcd	2,53 bcdef	4,98 a	6,22 a	6,55 ab
Safari	0,70 abcde	1,57 cdef	2,33 cdefgh	3,44 h	4,74 b	4,94 e
PS1791	0,36 f	1,29 f	2,57 bcdef	4,09 cdefgh	6,47 a	5,92 abcd
Excalibur	0,66 cdef	1,76 bcd	2,43 cdef	4,05 cdefgh	5,73 a	5,97 abcd
TG 438	0,65 cdef	1,47 def	2,00 fgh	3,51 gh	6,02 a	6,29 abcd
Princesa	0,58 ef	1,36 ef	2,13 efgh	4,1 cdefgh	5,95 a	5,55 cde
Reina 438-S	0,60 def	1,48 def	2,11 efgh	3,72 fgh	6,45 a	6,09 abcd
Linda Vista	0,63 def	1,35 ef	2,05 fgh	3,85 efgh	6,50 a	6,69 ab
E. Brown	0,73 abcd	2,27 a	3,29 a	4,83 ab	6,25 a	5,87 abcd
Centaur	0,65 cdef	1,95 abc	2,69 bcde	4,37 abcdef	6,33 a	6,15 abcd
W. Brown	0,66 cdef	1,63 bcdef	2,85 abc	4,61 abcd	5,68 a	5,76 bcde
Reina 438-P	0,64 def	1,42 def	1,82 gh	3,94 defgh	5,71 a	5,80 bcde
HA-1367	0,70 abcde	1,67 bcdef	2,22 defgh	4,34 abcdef	6,51 a	6,20 abcd
G. 429	0,67 cdef	1,66 bcdef	2,44 cdef	4,28 bcdef	6,37 a	6,69 ab
E. White	0,68 bcdef	1,71 bcd	2,68 bcde	4,71 abc	6,43 a	6,35 abcd
Don Víctor	0,68 bcdef	1,99 ab	2,76 abcd	4,55 abcde	6,21 a	5,98 abcd
Mercedes	0,63 def	1,39 def	2,41 cdefg	4,18 bcdefg	5,82 a	6,49 abc
Nirvana	0,80 ab	1,51 def	3,08 ab	4,36 abcdef	6,65 a	5,48 de
Orlando 686	0,73 abcd	1,44 def	1,77 h	2,62 i	6,07 a	5,87 abcd
Nathasha	0,82 a	1,51 def	2,31 cdefgh	3,88 efgh	5,96 a	5,98 abcd

Cultivar	Días después de transplante (ddt)					
	21	35	42	56	77	90
Mata Hari	8,4 a	36,9 cd	86,7 cdef	384,5 abcde	1098,9 a	1464,7 a
HA-1477	6,1 bcd	38,9 cd	100,6 bcde	473,9 ab	1042,0 a	1240,9 abcde
Safari	6,3 bc	41,5 bcd	88,4 cdef	243,6 fg	600,4 b	701,2 g
PS1791	4,1 fg	29,3 cd	93,4 cdef	331,9 cdef	1166,2 a	1329,8 abc
Excalibur	4,5 defg	45,0 bcd	84,9 cdef	416,6 abcde	998,7 ab	1037,9 bcdefg
TG 438	3,8 fg	26,6 cd	53,7 ef	289,6 efg	957,8 ab	1198,1 abcdef
Princesa	4,3 efg	23,0 d	71,7 def	406,8 abcde	1034,1 a	973,2 cdefg
Reina 438-S	4,1 fg	27,4 cd	54,9 ef	304,1 ef	1103,4 a	1089,3 abcdefg
Linda Vista	4,0 fg	20,5 d	60,5 ef	326,8 def	1202,3 a	1379,6 abc
E. Brown	5,4 bcdef	69,0 ab	186,6 a	504,4 a	958,9 ab	890,2 defg
Centaur	4,5 defg	74,0 a	106,9 bcde	408,4 abcde	1044,8 a	1056,7 bcdefg
W. Brown	3,9 fg	43,4 bcd	122,8 bcd	465,1 abc	837,4 ab	814,6 fg
Reina 438-P	3,7 fg	18,6 d	40,9 f	325,8 def	1170,6 a	994 bcdefg
HA-1367	4,4 efg	36,9 cd	83,7 cdef	415,5 abcde	1198,2 a	1205,1 abcdef
G. 429	3,7 g	35,4 cd	90,9 cdef	390,4 abcde	1137,8 a	1296,4 abc
E. White	4,8 cdefg	39,7 cd	125,5 bcd	441,4 abcd	1033,9 a	1254,5 abcd
Don Víctor	5,3 bcdefg	56,2 abc	139,8 abc	511,9 a	899,0 ab	1236,3 abcde
Mercedes	4,4 efg	26,5 cd	87,9 cdef	449,8 abcd	860,8 ab	1395,7 ab
Nirvana	5,9 bcde	33,1 cd	149,6 ab	390,9 abcde	1077,0 a	840,1 efg
Orlando 686	4,8 cdefg	24,3 d	49,0 ef	173,9 g	992,7 ab	1070,8 abcdefg
Nathasha	6,5 b	27,3 cd	87,2 cdef	363,9 bcdef	1050,5 a	1112,3 abcdef

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 .

La variedad de cebolla E Brown arrojó el mayor valor de db durante los primeros 42 ddt, mientras que los híbridos Mata Hari, Linda Vista, Granex 429 y HA 1477 resultaron con los mas altos db al final del ciclo del cultivo (77 y 90 ddt). Por otra parte, los cultivares PS 1791 y Orlando mostraron los valores mas bajos de db, los primeros 35 y 56 ddt respectivamente, mientras que el hibrido Safari resultó con los menores valores de db al final del ciclo del cultivo. Para las variables de peso fresco (pfb) y seco (psb) de bulbo se pudo observar una tendencia similar y diferencias significativas entre los 21 cultivares.

Otra de las variables calculadas fue el índice de bulbificación (IB), el cual es definido como la relación que existe entre el db y el diámetro del cuello (dc). Generalmente, se han venido usando diferentes IB como un criterio para definir el inicio del desarrollo del bulbo, tales como un IB de 2 (Brewster *et al.*, 1986; Mondal *et al.*, 1986; Wickramasinghe *et al.*, 2000), 1.8 (Robinson, 1973; Butt, 1968) y 1.2 (Lancaster *et al.*, 1986 y 1996). En este estudio no se uso ningún IB en especial, solo se tomó en consideración la tendencia en las figuras de IB y CUSUM (1,2). Antes del inicio de la bulbificación, la relación de las sumas acumulativas (CUSUM) debe fluctuar alrededor de un valor de uno y la tendencia cusum estar cercana a una línea recta. Luego de iniciada la bulbificación la relación debe aumentar rápidamente y entonces el cusum se hace positivo también rápidamente. La razón de que las diferencias de la relación esperada son acumuladas, significa que la tendencia cusum es muy sensible a los cambios en la relación. Las fechas del inicio de la bulbificación pueden ser fácilmente detectadas y estimadas tomando como referencia los puntos mínimos cuando la tendencia cusum aumenta bruscamente (Lancaster *et al.*, 1986 y 1996). De esta manera, la figura 2 muestra el inicio de la bulbificación promedio de algunos de los cultivares de cebolla evaluados. Las fechas estimadas del inicio de la bulbificación para todos los cultivares osciló entre los 35 y los 42 ddt. De manera mas precisa podemos asumir que los cultivares Safari, Excalibur, E Brown, W Brown, E White, y Nirvana iniciaron su bulbificación a los 35 ddt, mientras que los demás cultivares lo hicieron a los 42 ddt, y con una clara y muy evidente excepción, como lo fue el cultivar Orlando que inicio la bulbificación a los 56 ddt (Anexo 6).

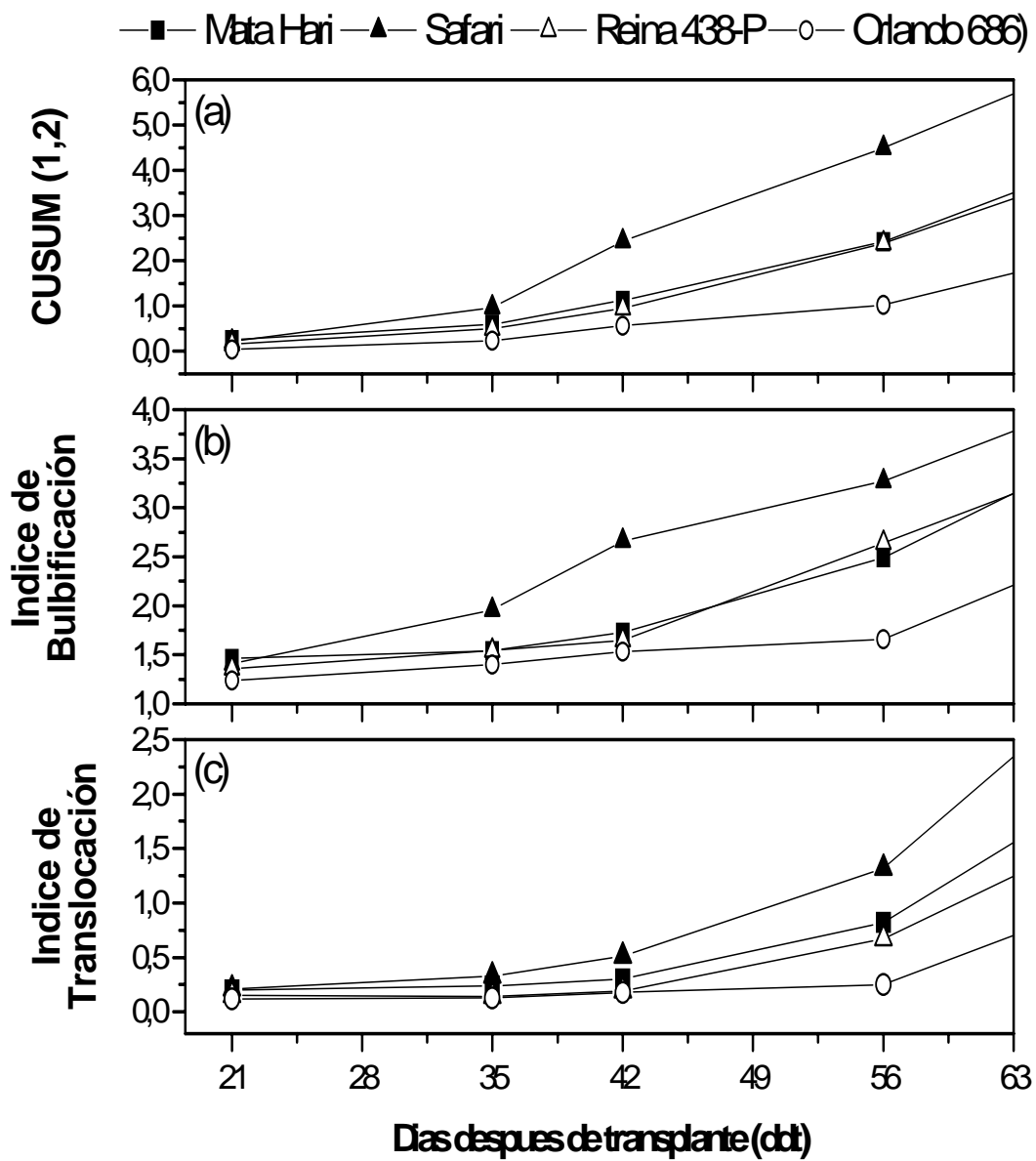


Figura 2. La suma acumulativa de un IB de 1,2 (CUSUM) (a), el índice de bulbificación (IB) (b) y el índice de translocación (c) de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.

Aunque muchos factores pueden estar afectando estas respuestas, un inicio de la bulbificación más tardío o temprano en los cultivares de cebolla de días cortos estudiados, puede ser explicado principalmente por el tipo de cultivar per sé y por los efectos de fotoperiodo y temperatura. Durante mucho tiempo se ha conocido que el crecimiento y desarrollo de cebolla es promovido por días largos y altas temperaturas. Sin embargo, en la mayoría de estas investigaciones sobre las respuestas fisiológicas del cultivo de cebolla a factores ambientales se han estudiado la cebolla en condiciones templadas. Adicionalmente, aunque siguen existiendo algunos desacuerdos entre los investigadores en cuanto a las etapas de crecimiento de la cebolla, ellos han venido usando los mismos índices y tasas de crecimiento (comúnmente definidos para cebollas que crecen en climas templados) en los estudios de cebollas en los trópicos.

Si se observa el cuadro 7, muy bien pudiésemos asumir quien o quienes son los factores que en realidad están jugando un papel importante en el crecimiento y desarrollo del cultivo de cebolla en nuestras zonas productoras de cebolla. Aun si se toma en cuenta que el crecimiento y desarrollo de los cultivos es controlado por un patrón complejo de factores ambientales (bióticos y abióticos). Pero también se conoce que el desarrollo de la planta de cebolla toma una secuencia de distintas fases cronológicas lo cual ocurre en respuesta a las condiciones ambientales y los dos factores principales son la duración del día y la temperatura (Abdalla, 1967; Mondal *et al.*, 1986; Wright y Sobeih, 1986 y Brewster, 1990 entre otros). Al hacer comparaciones con la principal zona productora de cebolla en Venezuela (Quibor), se observa que en realidad no hay una diferencia notable en lo referente a horas luz (solo existe casi un grado de diferencia en latitud) y a precipitación (lluvia). Sin embargo, se pueden notar diferencias considerables en relación a la temperatura y la evaporación, así se pueden observar temperaturas mas altas en Zaraza y una evaporación ligeramente mayor en Quibor. Esta característica representativa del clima de los llanos tropicales, podría en cierta forma estar influyendo directamente en el crecimiento y desarrollo del bulbo de la cebolla y contribuyendo a definir su crecimiento foliar más acelerado, el proceso de bulbificación más temprano y su calidad. Así como a acentuar las diferencias en la producción de cebolla con relación a Quibor en la misma época.

Cuadro 7. Algunas características del clima durante la época productora de cebolla en dos zonas de los estados Guarico y Lara.

Mes	Zaraza						Quibor					
	Horas Luz	Temp (°C)	Temp Max.	Temp Min.	PP (mm)	Evp (mm)	Horas Luz	Temp (°C)	Temp Max.	Temp Min.	PP (mm)	Evp (mm)
Nov	11,68	27,4	32,7	22,1	64	147	11,63	25,2	30,9	19,2	60	216
Dic	11,59	27,2	33,3	21,0	30	164	11,53	24,4	30,4	17,6	26	237
Ene	11,68	27,2	33,7	20,6	10	195	11,63	24,1	30,8	16,6	9	270
Feb	11,88	27,9	34,8	21,0	6	212	11,86	24,8	31,5	17,5	15	262
Mar	12,11	28,8	35,6	22,0	7	258	12,11	25,5	32,0	18,3	16	294
Abr	12,36	29,3	35,7	22,9	25	244	12,39	25,9	31,4	19,5	51	245
May	12,56	29,4	35,5	23,3	56	233	12,61	25,9	31,1	20,0	71	235

Fuente: Horas luz (Photoperiod calculator; <http://www.qpais.co.uk/modb-iec/dayleng.htm>), temperatura (Temp), precipitación (PP), y evaporación (EVP) son datos promedios generados por las estaciones Zaraza (serial 2625) (9° 20' N, 65° 19' O, 40 msnm) y Quibor (serial 2204) (9° 55' N, 69° 37' O, 682 msnm) del M.A.R.N. Venezuela.

En el intervalo entre el inicio de la bulbificación y la maduración del bulbo, existe el periodo de translocación de la materia seca al bulbo, lo cual es detectado por una pérdida neta en el peso seco de las laminas foliares no senescentes. Estas pérdidas representan los asimilados, los cuales son translocados a los bulbos en lugar de perderse como material foliar senescente. El inicio de la translocación de la materia seca al bulbo es la fecha cuando la relación entre el peso seco del bulbo más el pseudotallo y el peso seco de la lamina foliar o índice de translocación (IT) excede a 1,2 (Mondal *et al.*, 1986). No obstante, en este estudio cuando el IT de 1,2 fue alcanzado, el inicio de la translocación de materia seca al bulbo estaba ya bien avanzado. La figura 2 muestra que hubo un aumento abrupto del IT en todos los cultivares evaluados, con una tendencia muy similar al IB. Este cambio estima el inicio de la translocación de la materia seca al bulbo, variando desde 0,2 a 0,3 unidades de IT, aproximadamente. Similares resultados fueron encontrados para un híbrido (Canaria Dulce) y una variedad (TG 438) de cebolla creciendo en 4 épocas de trasplante en Quibor, estado Lara (Ramirez, 2001). Sin embargo, este patrón de crecimiento es particularmente diferente de la mayoría de reportes publicados de cebolla cultivada en climas templados (Mondal *et al.*, 1986). De esta manera se puede observar en la figura 2, como a los 42 ddt para la mayoría de cultivares, se inicia un aumento abrupto del índice de translocación de fotosintatos y minerales desde las laminas foliares al bulbo. Esta translocación puede estar directamente relacionada

con la absorción de agua y nutrientes por las raíces de la planta.

C. Estado Nutricional de la Planta de Cebolla.

Según los resultados del análisis de las muestras foliares realizada a los 42 ddt, se puede observar que no se encontraron diferencias significativas por parte de todos los cultivares en la absorción de los nutrientes analizados. En cuanto a los niveles nutricionales, según los promedios generales (Cuadro 8), se observan cantidades bajas de nitrógeno (N), altas de Cobre (Cu) y dentro del rango de suficiencia a los nutrientes fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), manganeso (Mn) y hierro (Fe); de acuerdo a los cuadros de interpretación de análisis de plantas de Mills y Jones (1996). Los niveles de sodio (Na) se pueden considerar normales, si se comparan con los estudios de Zinck (1966), sobre absorción de nutrientes en cebolla de días largos, donde el contenido de Na variaba desde 0,10 a 0,52%. Sin embargo, estos contenidos son considerados muy bajos si se comparan con cebollas de días cortos durante su crecimiento en suelos de la depresión de Quibor, donde cebollas de 35 ddt mostraron valores de Na superiores al 0,40 % (Ramirez, 2001).

Al tomar otros patrones de referencia, se observa que los contenidos de N y Ca en las hojas de cebollas, se pudieran considerar bajos si son comparados con el cuadro presentado por Caldwell et al., (1994) sobre los valores críticos propuestos y los rangos de suficiencia para tejidos de cebolla. Estos autores, desarrollaron las normas DRIS para cebolla y establecieron valores promedios o normas de contenido de N de 3,68 % y Ca de 1,37 % para cebollas con un potencial de producción de mas de 45 ton/ha. Con base en las normas DRIS para cebolla publicada por estos autores, se calcularon los índices DRIS de los nutrientes N, P, K, Ca y Mg. Según los cálculos de los índices (I_{elemento}) DRIS de la composición promedio de todos los cultivares se puede indicar que los nutrientes Ca ($I_{\text{Ca}} = -9,3$) y N ($I_{\text{N}} = -13,1$) eran los mas limitantes en la nutrición del cultivo, mientras que los nutrientes Mg ($I_{\text{Mg}} = +9,2$), K ($I_{\text{K}} = +9,0$) y P ($I_{\text{P}} = +4,2$) se encontraban en exceso dentro de los tejidos del cultivo, estando todos estos índices en relación directa con la fertilización del suelo en cuestión. Por la naturaleza del suelo, clima, cultivo y manejo, se puede esperar que ocurran algunas interacciones antagonistas entre los nutrientes esenciales del los cultivos y que estos efectos pueden estar asociados con cambios en el balance nutricional, dando como consecuencia un crecimiento

anormal y bajos rendimientos.

Cuadro 8. Contenido de algunos macro y micronutrientes y de Sodio en hojas de 21 cultivares de cebolla en Zaraza estado Guarico a los 42 días después de transplante (ddt).

Cultivar	Macronutrientes (%)					
	N	P	K	Ca	Mg	Na
Promedio (n = 63)	3,37	0,44	4,15	1,21	0,37	0,15

	Micronutrientes (ppm)			
	Zn	Cu	Fe	Mn
Promedio (n = 63)	59	52	258	89

El muestreo de laminas foliares fue realizado a los 42 ddt, ya que se había iniciado la bulbificación para la mayoría de los cultivares, lo cual indicaba el momento en el cual existían las máximas extracciones de nutrientes. En estudios realizados en Lleida, España con el cultivar de cebolla de días cortos “Valenciana de Grano”, se encontró que las extracciones máximas diarias de nutrientes se producen al iniciarse el proceso de bulbificación, situándose en 6,3 kg N ha⁻¹ día⁻¹; 0,9 kg P ha⁻¹ día⁻¹; 10,6 kg K ha⁻¹ día⁻¹; 5,4 kg Ca ha⁻¹ día⁻¹, y 0,7 kg Mg ha⁻¹ día⁻¹. En condiciones de producción próximas a las potenciales, el equilibrio N:P:K:Ca:Mg en las exportaciones por el bulbo presentó la relación 8:1:9:2:0.3, siendo las exportaciones de P entre 35 y 38 kg ha⁻¹, mientras que en K pudo existir un consumo de lujo (Bosch, 1999). En estudios locales realizados en Quibor, la variedad TG 438 también mostró un aumento drástico de remoción de nutrientes al inicio de la bulbificación (40 ddt) y determinándose que la extracción final de nutrientes por el cultivo fue de 118,6 kg N ha⁻¹; 23,4 kg P ha⁻¹; 110,7 kg K ha⁻¹ y 77,6 kg Ca ha⁻¹ para un rendimiento de bulbos de cebolla de 28 ton ha⁻¹ (Pire *et al.*, 2001).

De acuerdo con el análisis de rutina de la muestra compuesta en el área del ensayo (Anexo 3) tomada en marzo 2005 (a los 42 ddt), este suelo (0 – 20 cm profundidad) fue caracterizado con un pH de 4,7 (muy ácido), salinidad de 0,92 dS/m (alta), materia orgánica 3,4 % (media), fósforo 25 ppm (medio), potasio 245 ppm (alto), calcio > 3000 ppm (alto) y magnesio 1561 ppm (alto). Se puede notar que hay ciertas diferencias con respecto a la muestra inicial de suelo (Anexo 2) tomada antes de transplantar el cultivo comercial y el ensayo en cuestión. En primer lugar, se observa que los contenidos de potasio, hidrogeno

(pH), aluminio y sales disponibles o intercambiables en la solución del suelo aumentaron considerablemente con respecto a la muestra inicial. Mientras que las otras variables no reportaron cambios notables. Los aumentos de K, H, Al y sales, pudiesen estar directamente relacionados con la sobre-fertilización (edáfica, fertirrigación, foliar) (Cuadro 3) realizada. Es de resaltar que el productor no tomó en cuenta la recomendación de fertilización emanada de la unidad de Investigación en suelos y nutrición de plantas de la UCLA.

D. Maduración del Bulbo de Cebolla.

La bulbificación es normalmente seguida de la maduración. La culminación de la producción de laminas foliares causa eventualmente que el cuello de la planta de cebolla se debilite y se forme un espacio vacío y así pierda su rigidez. En este punto, el follaje colapsa bajo su propio peso y da el característico “acame” o “colapso del cuello” de cebollas maduras (Brewster *et al.*, 1986). En cebolla, diferentes autores hablan de la “madurez del cultivo” como la etapa cuando el 50 o 80 % o mas plantas tienen pseudotallos débiles y el follaje del cultivo colapsa. Sin embargo, la madurez del bulbo definida por el colapso del cuello no parece ser válida para cebollas de días cortos cultivadas en condiciones tropicales, donde la producción de láminas foliares continua luego que la bulbificación se ha iniciado (Ramirez, 2001).

En la búsqueda de un indicador más confiable de la madurez del bulbo y adaptable a condiciones tropicales, se puede observar en el cuadro 6 y la figura del anexo 5 como fue el desarrollo del bulbo para todos los cultivares evaluados. De esta manera si se conoce el inicio de la bulbificación y observamos como fue el incremento en diámetro y peso de los bulbos, se podría asumir que el inicio de la maduración ocurrió cuando el diámetro y pesos se estabilizaron o dejaron de aumentar. Según el cuadro 6, se puede observar que para la mayoría de los cultivares esto sucedió a partir de los 77 ddt, con la excepción del cultivar tardío Orlando, el cual continuo su tendencia (peso seco de bulbo) de aumentar incluso a los 90 ddt. Tomando en consideración todas estas tendencias, la época estimada de la maduración del bulbo para estos cultivares y en estas condiciones de los llanos centrales de Venezuela podría iniciarse luego de los 77 ddt (Anexo 6).

Una vez definido el inicio de la maduración y quedando entendido que la maduración del bulbo no necesariamente puede estar directamente relacionada con el porcentaje de plantas con cuellos doblados en todos los cultivares evaluados y la época de transplante en cuestión, se podría utilizar este signo de cuellos doblados (ó plantas con cuellos sin doblar y/o gruesos) como una indicación del porcentaje de plantas que están en el proceso de maduración. De esta manera se puede observar en el cuadro 6, que el porcentaje de plantas con cuellos sin doblar y/o gruesos al momento de la cosecha (90 ddt) fue mayor para los cultivares Orlando, Reinas 438 S y P, HA-1367, TG 438 y Nathasha, superando todas un 50 % de las plantas. Por otra parte, los otros cultivares ya habían alcanzado valores superiores a un 50 % de plantas con cuellos doblados y los cultivares mas precoces no presentaron plantas con cuellos sin doblar (Ejemplo E Brown).

E. Rendimiento de los Cultivares de Cebolla

Los resultados correspondientes a rendimientos se muestran en el cuadro 9 y Anexo 6. Los rendimientos de los 21 cultivares de cebolla cultivados bajo condiciones de los Llanos Centrales en Zaraza oscilaron entre los 25.801 a los 59.907 kilogramos por hectárea, es decir entre 25,8 a 59,9 toneladas. Según la comparación estadística de promedios de rendimientos (Duncan), se clasificaron seis categorías en orden descendiente de cultivares:

Categoría 1: Mata Hari; Categoría 2. Linda Vista; Categoría 3: Orlando 686, HA-1367, Granex 429, Don Víctor, Nathasha, Reina 438 Paimer y Semiorto, Mercedes y PS1791; Categoría 4: HA1477 y TG 438; Categoría 5: Excalibur, Centaur, Princesa, E White, E Brown, W Brown y Nirvana; y Categoría 6: Safari.

Estos resultados están íntimamente relacionados con el desarrollo del bulbo, específicamente con el peso fresco del bulbo (Cuadro 6). Si se observa este cuadro se nota la mayor ganancia de peso por los cultivares Mata Hari y Linda Vista principalmente en los últimos muestreos (77 y 90 ddt). La diferencia significativa en el cuadro 9, es un reflejo del crecimiento foliar, el desarrollo del bulbo y el inicio de la maduración de cada uno de los cultivares.

Cuadro 9. Porcentaje de plantas aun en maduración y los rendimientos de 21 cultivares de cebolla cosechados a los 90 ddt en Zaraza estado Guarico.

Cultivar	Tipo de Cultivar	Plantas en maduración (%) (Cuellos sin doblar y/o gruesos)	Rendimiento (kg/ha) *
Orlando 686	Hibrido	83 <i>a</i>	43.577 <i>abc</i>
HA-1367	Hibrido	59 <i>abc</i>	44.893 <i>abc</i>
HA-1477	Hibrido	26 <i>def</i>	42.595 <i>bcd</i>
TG 438	Variedad	58 <i>abc</i>	42.590 <i>bcd</i>
Granex 429	Hibrido	45 <i>bcde</i>	50.889 <i>abc</i>
Centaur	Hibrido	44 <i>bcde</i>	40.997 <i>cd</i>
Mata Hari	Hibrido	23 <i>ef</i>	59.907 <i>a</i>
Nirvana	Hibrido	7 <i>f</i>	34.311 <i>cd</i>
Don Víctor	Hibrido	11 <i>f</i>	48.982 <i>abc</i>
Safari	Hibrido	20 <i>ef</i>	25.801 <i>d</i>
Excalibur	Hibrido	28 <i>def</i>	41.503 <i>cd</i>
Nathasha	Hibrido	58 <i>abc</i>	43.915 <i>abc</i>
Wallon Brown	Variedad	2 <i>f</i>	34.534 <i>cd</i>
Early Lockyer Brown	Variedad	0 <i>f</i>	35.848 <i>cd</i>
Early Lockyer White	Variedad	5 <i>f</i>	37.739 <i>cd</i>
Reina 438 – Semiorto	Variedad	71 <i>ab</i>	45.324 <i>abc</i>
Reina 438 – Paimer	Variedad	65 <i>abc</i>	49.811 <i>abc</i>
Princesa	Hibrido	23 <i>ef</i>	39.566 <i>cd</i>
Mercedes	Hibrido	22 <i>ef</i>	50.138 <i>abc</i>
Linda Vista	Hibrido	50 <i>bcd</i>	59.137 <i>ab</i>
PS1791	Hibrido	39 <i>cde</i>	48.989 <i>abc</i>

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 .

En el cuadro 9 se puede observar que algunos cultivares con los mejores rendimientos aun estaban en su proceso de maduración y en cierta forma parecen haber sido mas tolerantes a las presiones ejercidas por el clima, las plagas (malezas y enfermedades principalmente) y el estrés hídrico-nutricional, entre otras. La mayoría de estas plantas en maduración mantenían aun sus hojas erectas, sin embargo sus cuellos estaban ya en un proceso de cerrado. Caso contrario sucedió con el cultivar Orlando, el cual solo estaba comenzando su maduración y la mayoría de sus cuellos eran gruesos o en forma de “chuzos”. Todas esas características de crecimiento, desarrollo, nutrición y manejo del cultivo y los cultivares podrían definir su

calidad y comportamiento en poscosecha.

Generalmente las cebollas sembradas en los trópicos son del tipo días cortos, de las cuales existen muchos subtipos. Una manera de clasificar estos subtipos es por el grado de homogeneidad que las poblaciones han alcanzado a través de la selección y el mejoramiento: desde las genéticamente modificadas y las razas, pasando por los cultivares de polinización abierta (variedades) hasta los principales híbridos en avance (Currah, 2002). Los cultivares usados en este experimento fueron Híbridos tipo Granex y variedades tipo Grano, los cuales pertenecen al grupo de cebollas de días cortos mejorada principalmente en los Estados Unidos de América. La característica esencial de este grupo de cultivares (tipo granex y grano) es su habilidad para bulbificar rápidamente a expensas de pocas y delgadas escamas y un bajo contenido de materia seca (Currah y Proctor, 1990).

Al hacer comparaciones con otros estudios de rendimientos de cultivares de cebolla de días cortos, se observa en los estudios de Ramirez (2001), que los rendimientos de la variedad TG 438 ($14.484 \text{ kg ha}^{-1}$) transplanteda en marzo en la depresión de Quibor fueron mucho más bajos que los reportados para esta misma variedad en esta investigación ($42.590 \text{ kg ha}^{-1}$). Esta amplia diferencia en rendimiento del mismo cultivar en diferentes zonas de producción pudiese estar principalmente relacionado con la densidad de población (250.000 en Lara y 400.000 plantas ha^{-1} en Guarico, lo cual es consecuencia directa del sistema de riego utilizado en cada caso) y por la presión de plagas (insectos-trips principalmente). De forma inversa sucede si comparamos con algunos estudios realizados en otras latitudes y sistemas de producción. Por ejemplo en pruebas de cultivares de cebolla en Nuevo México (USA), los cultivares Linda Vista ($80.115 \text{ kg ha}^{-1}$), Don Víctor ($116.632 \text{ kg ha}^{-1}$) y Excalibur ($95.629 \text{ kg ha}^{-1}$) arrojaron rendimientos mucho más altos que los reportados en esta investigación (Cramer, 2001). Se podría asumir que estos resultados están íntimamente relacionados con la característica particular de que estos cultivares, ya que la mayoría de cultivares de tipo días cortos son mejorados en y para estas latitudes subtropicales y templadas. Adicionalmente, en estas áreas a esas latitudes (subtropical en este caso), existe una ganancia extra de energía por una mayor suplencia de horas luz. También, la época de siembra y transplante para los diferentes materiales utilizados (híbridos y variedades de días cortos, intermedios y largos)

esta bien establecida como zona productora de cebolla (Cramer, 2001), el ciclo es más tardío relativamente, se establecen por siembra directa y existe un manejo integrado de las prácticas de riego, plagas y fertilización. La finca en donde se realizó el ensayo, presentó algunas limitantes en el manejo de la fertilización (irracional y excesiva) como fue mencionado antes y de igual manera se notó un deficiente manejo del riego localizado, junto con el control de malezas, principalmente al final del ciclo del cultivo. Todas estas limitantes no permitieron expresar el potencial productivo que tienen todos los cultivares evaluados.

F. La Calidad Poscosecha de los Cultivares de Cebolla

Es bien conocido que la calidad y la vida poscosecha de los productos olerícolas depende de factores de precosecha, de cosecha y en la poscosecha ejecutados por los productores, comercializadores, procesadores y consumidores. Dentro de las estrategias para la prevención de pérdidas se incluyen el uso de genotipos que tengan una vida poscosecha más larga, el uso de un manejo integrado de los cultivos que resulte en el mantenimiento de la calidad y en el uso de sistemas apropiados de manejo poscosecha, que conserven la calidad y sanidad de los productos (Kader, 2003). Sin embargo, no es muy común encontrar información sobre el almacenamiento de cebollas de días cortos, ya que generalmente estos son productos para el mercado fresco. Aun así, mucho de los productores y comercializadores locales conocen que este tipo de cebolla se puede almacenar por periodos cortos de 2 a 3 meses. En general el bulbo de cebolla es naturalmente un órgano de almacenamiento que tiene un periodo de dormancia durante el cual su tasa metabólica es baja, manteniendo de esta forma una buena calidad. Adicionalmente ocurre la protección por las catafilas externas.

Así como en todas las variables estudiadas en precosecha, las variables estudiadas en poscosecha mostraron diferencias significativas entre todos los cultivares evaluados. Las variables estudiadas incluyeron el número de centros en los bulbos, el tamaño de los bulbos, el pH, la acidez titulable (expresada en porcentaje de ácido pirúvico), los sólidos solubles totales (SST, °Brix), el contenido de materia seca y piruvato y de bulbos no comerciales (enfermos, gelados y deshidratados). Todas estas variables fueron evaluadas justo después de que los bulbos fueron curados.

El cuadro 10 muestra el porcentaje de bulbos con centros múltiples (2 o 3 generalmente), la distribución en el tamaño de los bulbos y el porcentaje de bulbos no comerciales incluyendo los bulbos enfermos, gelados y deshidratados. Se puede notar de este cuadro que el cultivar HA 1367 presentó el mas alto porcentaje de bulbos con centros múltiples, mientras que los cultivares Safari y Nirvana arrojaron los valores mas bajos. También se puede apreciar que los cultivares Mata Hari, Orlando, W Brown, G 429 y HA 1477 arrojaron un alto porcentaje de bulbos con mas de dos centros, a diferencia de los cultivares Princesa, Excalibur, E Brown, Mercedes y Nathasha con porcentajes bastante bajos de centros múltiples. De acuerdo a Lancaster *et al.*, (1995), el numero de centros en los bulbos indica el potencial de los mismos, para formar bulbos dobles durante el crecimiento, así como también su potencial para que los bulbos pierdan su forma e inicien el gelado durante el almacenamiento. Los bulbos de cebolla con un solo centro, es decir sin yemas laterales, son particularmente ideales para su consumo en forma de aros de cebolla.

En relación a la clasificación del tamaño de los bulbos (pequeños, medianos y jumbo), se puede observar en el cuadro 10, que todos los cultivares se diferenciaron en todos los tamaños conseguidos. Podemos notar que en general todos los cultivares presentaron un mas alto porcentaje de bulbos de tamaño mediano (5 – 7,5 cm), siendo solo el cultivar Safari el de menor valor (40 %), y de igual forma arrojó el mayor porcentaje de bulbos pequeños (< 5 cm). Mientras que los cultivares Mata Hari, Linda Vista y G 429, resultaron con las mas altos porcentajes de bulbos tamaño jumbo (7,5 – 10 cm). Estos resultados son un reflejo y están directamente relacionados con los rendimientos arrojados por cada uno de los cultivares. De igual manera, estos tamaños reflejan la tasa de uniformidad de los cultivares, tanto durante el crecimiento y desarrollo del bulbo como durante la cosecha, el mercadeo y la vida en almacenamiento. Así, podemos asumir que los cultivares Don Víctor, Nathasha, TG 438, Centaur y HA 1367, mostraron una apropiada uniformidad de crecimiento y productividad.

Cuadro 10. Porcentaje de centros en los bulbos, distribución de su tamaño y porcentaje de bulbos no comerciales de 21 cultivares de cebolla cosechados en Zaraza estado Guarico.

Cultivar	Multi centros (%)	Tamaño del bulbo (diámetro ecuatorial) (%)			No Comerciales (%)
		Pequeños (< 5 cm)	Medianos (5 – 7,5 cm)	Jumbo (7,5 – 10 cm)	
Mata Hari	85 ab	2 b	85 a	13 a	13 de
HA-1477	66 abcde	7 b	90 a	3 bcd	7 de
Safari	7 j	60 a	40 b	0 d	13 de
PS1791	45 efgh	2 b	95 a	3 bcd	7 de
Excalibur	16 ij	13 b	85 a	3 bcd	27 cde
TG 438	32 fghij	2 b	97 a	1 d	0 e
Princesa	14 ij	17 b	79 a	4 bcd	33 bcde
Reina 438-S	56 cdef	7 b	91 a	2 cd	53 abc
Linda Vista	50 defg	0 b	90 a	10 ab	27 cde
E. Brown	18 ij	16 b	82 a	1 d	73 a
Centaur	30 fghij	3 b	97 a	1 d	20 cde
W. Brown	79 abc	28 b	71 a	1 d	20 cde
Reina 438-P	60 bcde	12 b	83 a	5 bcd	13 de
HA-1367	88 a	3 b	97 a	1 d	7 de
G. 429	72 abcd	7 b	84 a	9 abc	7 de
E. White	40 efghi	20 b	80 a	0 d	27 cde
Don Víctor	40 efghi	0 b	97 a	2 cd	13 de
Mercedes	30 ghij	7 b	91 a	2 cd	40 abcd
Nirvana	7 j	12 b	88 a	0 d	27 cde
Orlando 686	83 ab	13 b	86 a	1 d	67 ab
Nathasha	21 hij	3 b	97 a	0 d	40 abcd

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 . Multicentros: bulbos con 2 o mas centros (generalmente 2 y 3). No Comerciales: bulbos enfermos (mayormente), deshidratados o gelados a los 60 días en almacenamiento.

Los resultados correspondientes a la evaluación de bulbos no comerciales (enfermos mayormente, deshidratados y gelados) luego de dos meses en almacenamiento, arrojaron diferencias significativas entre los 21 cultivares. Según el cuadro 10, el cultivar TG 438 no presentó bulbos enfermos o no comerciales durante el almacenamiento. La variedad TG 438 ha demostrado ser un cultivar de días cortos con un comportamiento poscosecha deseable bajo condiciones tropicales. En investigaciones llevadas a cabo en Quibor (Ramirez, 2001), la calidad poscosecha de esta variedad presentó mejores atributos y una mayor vida poscosecha en almacenamiento durante todo el año (4 épocas de transplante). También gran parte de los cultivares evaluados presentaron un bajo porcentaje de bulbos enfermos. Sin embargo, el cultivar E Brown arrojó un alto y también el mayor porcentaje de bulbos no comerciales, junto a los cultivares Orlando, Reina 438-S, Nathasha y Mercedes. Esta baja calidad en poscosecha,

pudiese estar relacionada con la condición de ser materiales de crecimiento y desarrollo precoz y por su escasa tolerancia a enfermedades (bacterias y hongos principalmente), las cuales fueron controladas convencionalmente en el campo pero que fueron restablecidas durante la poscosecha. Esto a diferencia del cultivar Orlando, el cual es un material tardío, y por lo tanto aun no había terminado el proceso de maduración fisiológica del bulbo.

Las variables de calidad poscosecha constituidas por el pH, la acidez titulable, los SST, la materia seca y el piruvato de los bulbos de cebolla luego de cosechados y curados se muestran en el cuadro 11. En referencia al pH, se observan valores entre 5,17 a 5,55. El híbrido Don Víctor presentó el mayor valor de pH, mientras que la variedad TG 438 presentó el menor. Igual valor de pH presentó la variedad TG 438 en estudios de calidad poscosecha de cebolla realizados en Quibor (Ramirez, 2001), además de presentar una tendencia a disminuir este durante el almacenamiento. Erazo y Concha (1981), al trabajar con cebolla cultivar Valenciana sintética 14, encontraron igual tendencia y valores similares de pH durante cinco períodos correspondientes a 85, 115, 145, 175 y 205 días de almacenamiento. Ellos notaron, a partir de los 145 días, una caída en las curvas de pH que coinciden con el inicio de la brotación o grelación de las cebollas.

Por otra parte, los mayores valores de acidez de los bulbos correspondieron al cultivar Orlando (0.32 %), mientras que los demás cultivares arrojaron valores alrededor del 0.20 %. Ramirez (1996) reportó valores menores de acidez para el cultivar TG 438. Respecto a este parámetro, Erazo y Concha (1981) señalan que la acidez titulable en cebollas, no es un valor del cual puedan extraerse conclusiones significativas, debido a que algunos ácidos orgánicos a pesar de encontrarse en muy bajas concentraciones son muy importantes en el metabolismo. Estos ácidos orgánicos han sido identificados en los bulbos de cebolla, ellos son pirúvico, málico, cítrico, fumárico y α -acetoglutárico.

Cuadro 11. Valores de pH, acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), materia seca y piruvato de bulbos de 21 cultivares de cebolla cosechados en Zaraza estado Guarico.

Cultivar	pH	Acidez % (Ac. Piruvico)	SST (°Brix)	Materia seca (mg/100g)	Piruvato μmol/g PFresco
Mata Hari	5,38 abc	0,23 bc	5,56 bc	7,60 bcd	2,59 gh
HA-1477	5,34 c	0,20 c	5,88 b	8,00 b	2,23 h
Safari	5,48 abc	0,21 c	5,36 bc	7,67 bcd	3,35 efgh
PS1791	5,39 abc	0,22 bc	5,00 bc	7,00 cdef	2,78 fgh
Excalibur	5,47 abc	0,21 c	4,86 bc	7,13 bcdef	3,12 efgh
TG 438	5,17 d	0,21 c	5,33 bc	7,53 bcde	5,14 abcde
Princesa	5,35 c	0,20 c	5,21 bc	7,00 cdef	5,83 abc
Reina 438-S	5,37 bc	0,21 c	5,59 bc	7,87 bc	6,82 a
Linda Vista	5,42 bc	0,24 bc	4,94 bc	6,67 ef	6,34 ab
E. Brown	5,48 abc	0,23 bc	5,46 bc	7,47 bcdef	4,28 cdefg
Centaur	5,37 bc	0,21 c	5,54 bc	7,53 bcde	5,43 abcd
W. Brown	5,53 ab	0,20 c	5,02 bc	7,07 cdef	4,80 bcdef
Reina 438-P	5,45 abc	0,27 ab	5,34 bc	7,33 bcdef	5,49 abcd
HA-1367	5,42 abc	0,21 c	5,24 bc	7,40 bcdef	4,37 bcdefg
G. 429	5,46 abc	0,21 c	4,56 c	6,60 f	3,86 cdefgh
E. White	5,51 abc	0,22 bc	5,84 b	7,47 bcdef	4,03 cdefgh
Don Víctor	5,55 a	0,20 c	4,61 c	6,80 def	4,02 cdefgh
Mercedes	5,41 abc	0,20 c	5,01 bc	7,27 bcdef	4,10 cdefgh
Nirvana	5,46 abc	0,20 c	4,64 c	6,80 def	3,52 defgh
Orlando 686	5,5 abc	0,32 a	7,37 a	9,53 a	4,07 cdefgh
Nathasha	5,48 abc	0,23 bc	5,42 bc	7,47 bcdef	3,89 cdefgh

*Medias con igual letra no son diferentes significativamente según la prueba estadística de medias de Duncan a una probabilidad ≤ 0.05 .

Los mayores valores de sólidos solubles totales (SST) de los bulbos correspondieron al cultivar Orlando (7,37) y los menores a los materiales Nirvana (4,64), Don Víctor (4,61) y Granex 429 (4,56). En general estos valores son considerados bajos en bulbos de cebollas tipo días cortos. Por ejemplo, Ramirez (1996) y Ramirez (2001), reportó valores entre 6 y 7 °Brix para el cultivar TG 438 cosechado en los meses de noviembre y junio respectivamente en experimentos realizados en Quibor. Los valores bajos de los SST o azúcares totales, indican un menor tiempo en almacenamiento. Salama et al. (1990), consideran el contenido de azúcares totales como un índice de mantenimiento de la calidad, el cual pudiera ser un indicador de frescura o lozanía.

En referencia al contenido de materia seca (MS) de los bulbos, se observó de igual

forma al cultivar Orlando con el mayor valor (9,53 %), mientras que el cultivar Granex 429 mostró el menor valor (6,60 %) y el cultivar TG 438 un valor intermedio de 7,87 %. Similares valores de MS de este cultivar 438 presentó Ramirez (2001) y unos valores mas bajos de 7 % de MS en Ramirez (1996). Según Currah y Proctor (1990), el contenido de MS en bulbos de cebolla varía desde niveles bajos de 7 - 10% a niveles altos de 15 - 20%, correlacionando generalmente los niveles más altos, con un mejor comportamiento y calidad durante la poscosecha. Además, Foskett y Peterson (1950), señalan que el contenido de materia seca, está íntimamente relacionado con la época de grelación. No obstante, es posible, encontrar cultivares de cebolla con bajo contenido de materia seca y una alta calidad en almacenamiento (Rutherford y Whittle, 1984). De acuerdo a Currah y Proctor (1990), los cultivares americanos tipo grano y granex tienen una corta vida en almacenamiento y bajo condiciones tropicales y sin ventilación forzada su vida en almacenamiento esta en un promedio menor a dos meses.

Por ultimo en el cuadro 11 se observa que el contenido de piruvato fue mayor (6,82) en el cultivar Linda Vista y el menor en el cultivar HA-1477 (2,23). Los contenidos de piruvato están directamente relacionados con la característica pungencia de la cebolla. Este sabor o pungencia en las cebollas, es dominado por mas de 80 compuestos azufrados específicos, característicos del genero *Allium* y que últimamente han recibido una mayor atención por su potencial antibiótico (Whitaker, 1976; Brewster, 2001). La pungencia es básicamente, un parámetro de calidad industrial, donde las cebollas dulces y/o de días cortos entran en el rango de pungencia débil (2-4 $\mu\text{mol/g}$ piruvato) (Carvalho, 1980). Sin embargo, para Currah y Proctor (1990), la alta pungencia está usualmente relacionada con un alto contenido de materia seca y por ende, asociada con una alta calidad en almacenamiento. Aunque esto, aún no ha sido completamente definido. Así, Smitlle (1988), al trabajar con el cultivar Granex y Bhimanagouda y Dean (1995), con veinte cultivares de días largos, concluyeron que la calidad del bulbo de las cebollas disminuía durante el almacenamiento, proceso este que se caracteriza por las más bajas concentraciones de azúcares y la más alta pungencia.

G. Comportamiento General de los Cultivares de Cebolla

Luego del estudio de crecimiento, desarrollo, producción y comportamiento poscosecha de estos 21 cultivares de cebolla y su comparación con el crecimiento y producción de algunos de los cultivares en otros ambientes y manejos, se podría señalar de manera general que existen cultivares con tres tipos de comportamiento (Anexo 6):

1. Materiales Precoces: cultivares con un acelerado crecimiento foliar, que iniciaron su bulbificación y maduración a los 35 y 77 ddt respectivamente y presentaron una baja producción y calidad poscosecha. Estos materiales fueron Safari, Excalibur, E Brown, E White y Nirvana.

2. Materiales Intermedios: cultivares con un acelerado crecimiento foliar, que iniciaron su bulbificación y maduración a los 42 y 77 ddt respectivamente y presentaron una alta producción y calidad poscosecha. Estos materiales fueron Mata Hari, Linda Vista, HA-1367, Granex 429, Don Víctor, Nathasha, Reina 438 Paimer y Semiorto, Mercedes, PS1791, HA1477, TG 438, Excalibur y Princesa.

3. Materiales Tardíos: cultivares con un acelerado crecimiento foliar, que iniciaron su bulbificación y maduración a los 56 y 90 ddt respectivamente y presentaron una baja producción (bulbos efectivos) y calidad poscosecha. En este estudio correspondió al cultivar Orlando 686.

V. CONCLUSIONES

La mayoría de los cultivares alcanzaron el mayor número de hojas a los 42 ddt, con excepción de los cultivares E Brown, Centaur y W Brown donde esto ocurrió a los 35 ddt, mientras que para los cultivares PS1791 y Linda Vista sucede a los 56 ddt.

Los pesos de hojas y el área foliar, alcanzaron sus máximo valores a los 56 ddt, exceptuando los cultivares Safari, Don Víctor (pfh) y Nirvana (pfh) los cuales lo hicieron a los 42 ddt y el cultivar Orlando (pfh y psh) a los 77 ddt.

La variedad de cebolla E Brown arrojó el mayor valor de diámetro de bulbo durante los primeros 42 ddt, mientras que los híbridos Mata Hari, Linda Vista, Granex 429 y HA 1477 resultaron con los más altos diámetros al final del ciclo del cultivo (77 y 90 ddt). Por otra parte, los cultivares PS 1791 y Orlando mostraron los valores más bajos de db, los primeros 35 y 56 ddt respectivamente, mientras que el híbrido Safari resultó con los menores valores de diámetro al final del ciclo de siembra.

Se observaron tendencias similares y diferencias significativas entre los 21 cultivares para las variables peso fresco y seco del bulbo.

Las fechas estimadas del inicio de la bulbificación para todos los cultivares osciló entre los 35 y los 42 ddt. Así, los cultivares Safari, Excalibur, E Brown, W Brown, E White, y Nirvana iniciaron su bulbificación a los 35 ddt, mientras que los demás cultivares lo hicieron a los 42 ddt, y con una clara muestra que el cultivar Orlando inicio la bulbificación a los 56 ddt.

La bulbificación fue simultánea con el crecimiento foliar y activada cuando las condiciones ambientales (factores bióticos y abióticos) lo permitieron, y ella podría haber estado influenciada predominantemente por las temperaturas más altas en Zaraza y una evaporación más baja, junto al aumento natural de las horas luz por la época de siembra (febrero a mayo).

No se observaron diferencias significativas entre los cultivares en la absorción de los

nutrientes analizados. Sin embargo, al hacer una comparación con las normas de suficiencia de algunos nutrientes generadas por otros autores, fueron notables las limitantes en nutrición del cultivo por parte de los nutrientes nitrógeno y calcio.

La mayoría de los cultivares iniciaron la maduración del bulbo a partir de los 77 ddt, con la excepción del cultivar tardío Orlando, el cual continuo su tendencia (peso seco de bulbo) de aumentar incluso a los 90 ddt.

Los rendimientos de los 21 cultivares de cebolla creciendo bajo condiciones de los Llanos Centrales en Zaraza oscilaron entre los 25.801 y los 59.907 kilogramos por hectárea.

Se establecieron seis categorías de rendimientos para los cultivares en orden decreciente: Categoría 1: Mata Hari, Categoría 2. Linda Vista, Categoría 3: Orlando 686, HA-1367, Granex 429, Don Víctor, Nathasha, Reina 438 Paimer y Semiorto, Mercedes y PS1791, Categoría 4: HA1477 y TG 438, Categoría 5: Excalibur, Centaur, Princesa, E White, E Brown, W Brown y Nirvana y en la Categoría 6: Safari.

El cultivar HA 1367 presentó el mas alto porcentaje de bulbos con centros múltiples, mientras que los cultivares Safari y Nirvana arrojaron los valores mas bajos.

Todos los cultivares presentaron un mas alto porcentaje de bulbos de tamaño mediano (5 – 7,5 cm), así, el cultivar Safari presento el menor valor (40 %), y el mayor porcentaje de bulbos pequeños (< 5 cm). Mientras que los cultivares Mata Hari, Linda Vista y G 429, resultaron con las mas altos porcentajes de bulbos tamaño jumbo (7,5 – 10 cm).

El cultivar TG 438 no presentó bulbos enfermos o no comerciales durante el almacenamiento.

Las variables de calidad poscosecha; pH, acidez titulable, sólidos solubles totales (SST), materia seca (MS) y piruvato de los bulbos de cebolla arrojaron valores bajos en comparación con bulbos de días cortos cultivados a nivel local e internacional.

El cultivar Orlando presentó los más altos valores de SST, acidez y MS, mientras que los cultivares Don Víctor y Reina 438-S los más altos valores de pH y Piruvato respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario hacer un uso racional e integral de los recursos involucrados en la producción de cebolla en el estado Guarico. La producción de cebolla durante el periodo seco (Diciembre-abril) en los llanos centrales del estado Guarico exhibe un gran potencial en cuanto a rendimiento se refiere, sin embargo, la ocurrencia de un crecimiento y desarrollo foliar y del bulbo mas acelerado dan como consecuencia un bulbo con una baja calidad poscosecha. El clima característico de los llanos tropicales (altas temperaturas y humedad y baja evaporación) y el manejo convencional de la producción podrían en cierta forma estar influyendo directamente en estos procesos fisiológicos y de forma negativa en la degradación de los recursos suelo, agua, flora y fauna.

Es importante resaltar que la producción intensiva y convencional de cebolla o de otro cultivo olerícola en estos ecosistemas de sabana tropical de los Llanos venezolanos, puede generar un deterioro violento e irreversible de la calidad de los recursos suelo, agua, flora y fauna. Por todo esto es necesario y esencial tener un conocimiento apropiado (Investigación aplicada y continua) de los recursos involucrados y así realizar un manejo sostenible de cualquier producción agrícola.

Se requiere hacer un uso integral de las tecnologías existentes, por ejemplo las practicas de fertilización, riego y control de plagas. En este estudio se puede observar que los contenidos de potasio, hidrogeno (pH), aluminio y sales disponibles o intercambiables en la solución del suelo aumentaron considerablemente con respecto a la muestra inicial, lo cual pudiesen estar directamente relacionados con la sobre-fertilización (edáfica, fertirrigación y foliar) realizada. Sin tomar en cuenta el plan de fertilización emanado por la institución de acuerdo a los análisis de rutina de las muestras de suelos, el tipo de cultivo, requerimientos y su fenologia. En la misma tendencia, se notó un deficiente manejo del riego localizado, junto con el control de malezas, principalmente al final del ciclo del cultivo.

Tomado en consideración el comportamiento general de los 21 cultivares evaluados en

cuanto a crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad poscosecha, bajo el manejo tradicional de esta parte de los Llanos venezolanos en esta época de siembra (Diciembre – Febrero) de cebolla, el autor se atreve a recomendar para siembra solo los cultivares Mata Hari, Linda Vista, HA-1367, Granex 429, Don Víctor, Nathasha, Reina 438 Paimer y Semiorto, Mercedes, PS1791, HA1477, TG 438, Excalibur y Princesa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abdalla, A. A. 1967. Effect of temperature and photoperiod on bulbing of the common onion (*Allium cepa* L) under arid tropical conditions of the Sudan. *Expl. Agric.* 3, 137-142.

Abdalla, A. A. and Mann, L. K. 1963. Bulb development in the onion (*Allium cepa* L.) and the effect of the storage temperature on bulb rest. *Hilgardia*. 35 (5):85-112.

Albarracín, M., Berbin, C., y Machado, W. 1995. Evaluación agronómica de cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 21:71-83.

Aponte, O. 1985. Consideraciones para elegir nuevos cultivares de papa en el estado Lara. Trabajo de Ascenso. UCLA. Agronomía.

Ascencio, J. y Sgambatti, L. 1975. Analisis del crecimiento en tres cultivares de caraotas venezolanas (*Phaseolus vulgaris* L. cv 'coche', cv 'cubagua', cv 'tacarigua'), en condiciones de campo. *Agronomía Tropical* 25(2):125-147.

Astley, D., Innes, N. L. and Meer, Q. P. Van Der. 1982. Genetic resources of *Allium* species – a global report. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

Ayala, F., Bastidas, J. L., Carrero, L., Maduro, P. F., Roa, C. R. y Oficina tecnica Tepuy. 1995. Estudio de suelos gran visión cuenca del rio Unare. Reporte Técnico (Sin publicar). M.A.R. N. R. Dirección de Suelos y División de Inventario y valuación de Tierras.

Boscan de Martinez, N., Rincón, J., Pérez, A., Linares, B., y Giraldo, H. 1994. Reconocimiento de *Anastrepha grandis* diptera: tephritidae en áreas productoras de melón en Venezuela. *Agronomía Tropical*. 44(2):337-342.

Bhimanagouda, P. y Dean, B. B. 1995. Pungency and sugar changes in long-day

onions due to different storage times and temperatures. HortScience. 30(4):765.

Bosch, Angela-D. 1999. Bases ecofisiológicas de la producción de cebolla: Aportaciones para la mejora de las técnicas de cultivo en el Pla d'Urgell (Lleida). Tesis Doctoral. Universitat de Lleida. España.

Brewster, J. L. 1990. Physiology of crop growth and bulbing. In: Onion and allied crops. Vol. I. Botany, physiology and genetics. (Rabinowitch, H. D. and Brewster, J.L. , Eds. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida, USA, pp. 53-88.

Brewster, J. L. y Barnes, A. 1981. A comparison of relative growth rates of different individual plants y different cultivars of onion of diverse origin at two temperatures y two intensities. Journal of Applied Ecology. 18:93-101.

Brewster, J. L. 2001. Las cebollas y otros allium. Editorial Acribia S. A. Zaragoza, España.

Brewster, J. L., Mondal, M. F. y Morris G. E. L. 1986. Bulb growth in onion (*Allium cepa* L.) IV. Influence on yields of radiation interception, its efficiency of conversion, the duration of growth y dry matter partitioning. Ann. Bot. 58:221-223.

Butt, A. M. 1968. Vegetative growth, morphogenesis y carbohydrate content of the onion plant as a function of light y temperature under field y controlled conditions. Ph.D. Thesis. Wageningen University.

Caldwell, J., Sumner, M. and Vavrina, C. 1994. Development and testing of preliminary foliar DRIS norms for onions. Hortscience.29 (2):1501-1504.

Carvalho, V. D. De. 1980. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. Inf. Agrop., Belo Horizonte. Brasil. 6(62): 71 -78.

Chacon de Mendez, B. y Vasquez, E. 1989. Determinación del grado de intervención humana en la subcuenca del Unare medio estados Anzoátegui y Guarico. M. A. R.N. R. Division de Información e Investigación del Ambiente. Region Anzoátegui.

Cramer, C. S. 2001. Comparison of open pollinated and hybrid onion varieties for New Mexico. HortTechnology 11 (1):119-123.

Currah L. 2002. Onion in the tropics: cultivars and country reports. In Allium Crop Science-recent advances. Rabinowitch, H. D. y Currah, L. Eds, CABI, UK.

Currah L. y Proctor, F. L. 1994. Alliums in the tropics: an overview of current technology y future needs. Acta Horticulturae. 358:17-21.

Currah L. y Proctor, F. L. 1990. Onions in Tropical regions. Bulletin 35, Natural Resources Institute, Chatham, UK.

Delgado, M., Avila, J., y Acevedo, T. 1981. Comportamiento de doce cultivares de mani (*Arachis hipogaea L.*) en tres localidades del estado Portuguesa. Agronomía Tropical. 31(1-6): 157-170.

Diaz, Ramon. 1994. Evaluacion de 12 cultivares de cebolla para deshidratacion en la depresion de Quibor-Venezuela. Agronomía Tropical. 44(4):693-698.

Dib, G. 2003. Comportamiento Poscosecha de la cebolla sometidas a diferentes momentos de recolección, métodos y tiempos de almacenamiento. Tesis MSc. Horticultura. UCLA. Venezuela.

Erazo, S. y Concha, M. T. 1981. Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre algunas propiedades químicas de cebollas (*Allium cepa L.*) cultivar valenciana Sintetica 14. Alimentos 6(3): 13 -17.

FAO. – INTA. 1994. Prueba Regional de Cultivares de Cebolla de Días cortos. Libro del Campo.

FAO. 2000. Production yearbook. Food y Agriculture Organization. FAO statistic series. Vol. 52, No. 148.

FAO. 2005. Estadísticas Agrícolas de la FAO (<http://faostat.fao.org/>).

Fernández, D. 2004. Polímeros naturales y sintéticos en un suelo y el cultivo de la cebolla. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. UCLA.

Foskett, R. L. y Peterson, C. E. 1950. Relation of dry matter content to storage quality in some varieties and hybrids. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 55: 314-318.

Gamiely S., Ryle W. M., Mills H. A. y Smittle D. A. 1991. A rapid and non-destructive method for estimating leaf area of onions. HortScience. 26 (2): 206.

González de Alvarado, H., García, G. A., y Abreu, S. 1985. Comportamiento de cultivares de cebolla en suelos infestados con el hongo de la raíz roja *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen). Agronomía Tropical. 35(4-6): 105-114.

Heath, O. and Holdsworth, M. 1948. Morphogenic factors as exemplified by the onion plant. In: Growth in relation to differentiation and morphogenesis. Symposium of the Society of Experimental Biology. 2:326-350.

Heath, O. and Hollies, M. 1965. Studies in the physiology of the onion plant. VI. A sensitive morphological test for bulbing and its use in detecting bulb development in sterile culture. J. Exp. Bot. 16:128-144.

Hernández-Hernández, R. M. y López-Hernández, D. 2002. El tipo de labranza como agente modificador de la materia orgánica: un modelo para suelos de sabana de los llanos

centrales Venezolanos. Interciencia (INCI) 27 (10).

Iortsuun, D. N. and Khan, A. A. 1989. The pattern of dry-matter distribution during development in onion. J. Agronomy and Crop Science. 162:127-134.

Jaramillo, J. 1994. Allium genetic resources in Latin America: situation y perspectives. Acta Horticulturae 358:147-151.

Kader, A. 2003. A perspective on postharvest horticulture (1978-2003). HortScience 38(5):1004-1008.

Kato, T. 1964. Physiological studies on the bulbing y dormancy of onion plant. III. Effects of external factors on the bulb formation y development. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 33: 53-61.

Khokhar K. M., Kaska N., Hussain S. I. Qureshi K. M. y Mahmood T. 1990. Effect of different sowing dates, direct seeding y transplanting of seedling on maturation, bulb weight and yield in onion (*Allium cepa*) cultivars. Indian J. of Agricultural Sciences. 60 (10):668-671.

Lal, R. 1990. Soil erosion in the tropics: principles and management. McGraw-Hill, Inc. USA. 580 p.

Lal, R. 2000. Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century. Soil Sci. 165 (3):191-207.

Lancaster, J. E. Triggs, C. M., Ruiter, J. M. de. y Gyar, P.W. 1996. Bulbing in onions: photoperiod y temperature requirements y prediction of bulb size y maturity. Ann. Bot. 78:423-430.

Lancaster, J. E., McCartney, E. P. Jermyn, W. A. and Johnstone, J. V. 1995. Identification of onion cultivars for commercial production in Canterbury, New Zealand. New

Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 23:299-306.

Lancaster, J. E., Triggs, C. M. y Barrett, L. 1986. Towards a prediction of yield bulb size distribution and time to maturity in onion crops. Proceedings Agronomy Society of New Zealand. 16:101-106.

Lugo, Z. C. y Sanabria, N. H. 2001. Características culturales patogénicas en aislamiento de *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* procedentes de plantaciones comerciales de tomate. Agronomía Tropical. 51(4):519-530.

Mann, L. K. 1952. Anatomy of the garlic bulbs and factors affecting bulb development. Hilgardia 21:195-251.

Marín Douglas Ch. 1996. Comparación ecofisiológica de los cultivares Tovar y Yaracuy de *Canavalia ensiformis* (L.) DC., sembrados en dos localidades I. Análisis de crecimiento. Agronomía Tropical 46(1):5-29.

Mettananda, K. A. 1996. The control and manipulation of bulbing in onion (*Allium cepa* L.) under tropical conditions. Ph. D. Thesis. Wye College. University of London.

Mettananda, K. A. y Fordham, R. 1997. The effects of 12 y 16 hours daylength treatments on the onset of bulbing in 21 onion cultivars (*Allium cepa* L.) and its application to screening germplasm for use in the tropics. J. Hort. Sci. 72 (6):981-988.

Mills, H. A. and Jones; Jr., J. B. 1996. Plant Analysis Handbook II. Micromacro Publishing. Athens, Georgia. USA. .

Mondal, M. F., Brewster, J. L., Morris G. E. L. y Butler, H. A. 1986. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.) I. Effects of plant density and sowing date in field conditions. Ann. Bot. 58:187-195.

Pathack, C. S. 1994. Allium improvement for the tropics: Problems y AVRDC strategy. *Acta Horticulturae*. 358. 23-28.

Pèrez, M. 2004. Producción Convencional, organica e integrada del cultivo de cebolla en una zona semiàrida tropical. Trabajo de grado Ingeniero Agrònomo. UCLA.

Perlasca, G. 1953. La estación experimental hortícola y sus actuales realizaciones. Estudios agronómicos de la región Sanare, edo. Lara. Fascículo 1. Ministerio de Agricultura y Cria. Venezuela.

Pire, R.; Ramirez, H.; Riera, J.; and Gomez, N. 2001. Removal of N, P, K and Ca by an onion crop (*Allium cepa*) in a silty-clay soil, in a semiarid region of Venezuela. *Acta Horticulturae*. 555:103-109.

Ramirez, H. 1996. Efectos del fosfoyeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) sobre un suelo y el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la depresion de Quibor. Tesis M.Sc. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Venezuela.

Ramirez, H. 2001. Growth and nutrient absorption of onion (*Allium cepa*) in the tropics in response to potassium nutrition. Ph. D. Thesis. Imperial College at Wye, University of London.

Ramirez, H., Rodriguez, O. y Shainberg, I. 1999. Effect of gypsum on furrow erosion and intake rate. *Soil Sci*. 164 (5):351-357.

Robinson J. C. 1971. Studies on the performance and growth of various short-day onion varieties (*Allium cepa* L) in the Rhodesian lowveld in relation to date of sowing. 1. Yield and quality analysis. *Rhod. J. Agric. Res*. 9:31-38.

Robinson J. C. 1973. Studies on the performance and growth of various short-day onion varieties (*Allium cepa* L) in the Rhodesian lowveld in relation to date of sowing. 2. Growth analysis. *Rhod. J. Agric. Res*. 11:51-68.

Rodríguez, J.; Pérez M., Ramírez H. y Zambrano, J. 1998. Caracterización de algunos parámetros de calidad en la cebolla bajo diferentes épocas de cosecha. *Agronomía Tropical* 48 (1):33-40. Venezuela.

Rutherford, P. P. y Whittle, R. 1984. Methods of predicting the long-term storage of onions. *J. Hort. Sci.* 59(4): 537 - 543.

Salama, A. M., Hicks, J. R. y Nock, J. F. 1990. Sugar and organic acid changes in stored onion bulbs treated with maleic hydrazide. *HortScience.* 25(2): 1625 - 1628.

Schwimmer S. y Weston W. J. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. *J. Agr. Food Chem.* 9:301-304.

Srinivasa Rao, N. K. 1988. Physiological analysis of growth and yield in onion (*Allium cepa* L.). *Indian Journal of agricultural Sciences.*58 (6): 489-491.

Steer, B. T. 1980. The bulbing response to day-length and temperature of some Australian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 31:511-518.

Uzo, J. O. y Currah, L. 1990. Cultural systems and agronomic practices in tropical climates. In: *Onions y Allied Crops, Volume II*, eds. H. D. Rabinowitch and J. L. Brewster. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida, USA, pp. 49-62.

Van der Meer, Q. P. 1997. Old and new crops within edible allium. *Acta Horticulturae* 433: 17-31.

Weerasinghe, S. S. y Fordham, R. 1994. The effects of plant density on onions established from multiseed transplants. *Acta Horticulturae.* 371:97-104.

Whitaker, J. R. 1976. Development of flavor, odor and pungency in onion and garlic.

Advances in food research. 22: 73 - 133.

Wickramasinghe, U. L., Wright, C. J. y Currah, L. 2000. Bulbing responses of two cultivars of red tropical onions to photoperiod, light integral and temperature under controlled growth conditions. *Journal of Horticultural Science y Biotechnology* 75 (3):304-311.

Wiles, G. C. 1994. The effect of different photoperiods and temperatures following bulb initiation on bulb development in onion cultivars. *Acta Horticulturae*. 358:419-427.

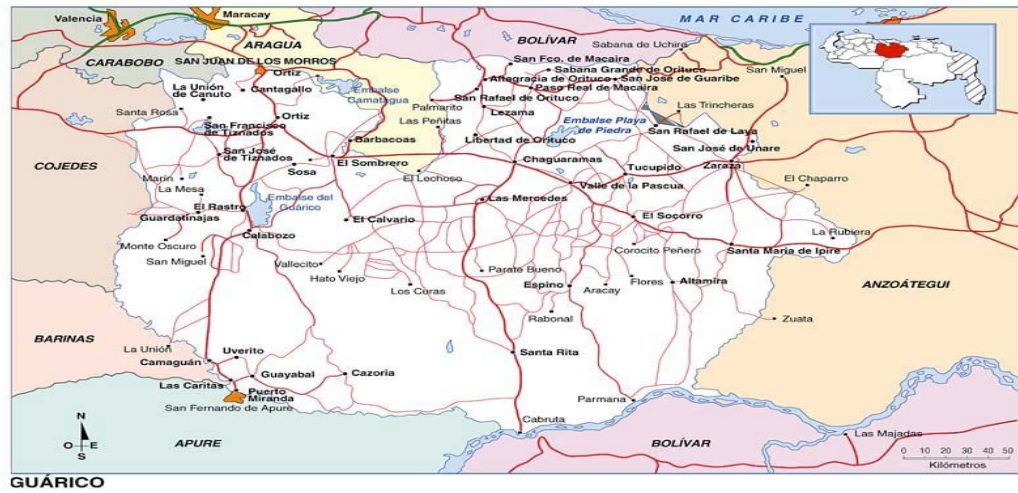
Wright, C. J. y Sobeih, W. Y. 1986. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). I. Effects of irradiance. *J. Hort. Sci.* 61 (3):331-335.

Zambrano, J.; Ramírez, H. y Manzano J. 1994. Efecto de cortos períodos a bajas temperaturas sobre algunos parámetros de calidad de cebollas. *Agronomía Tropical* 44 (4):731-742. Venezuela.

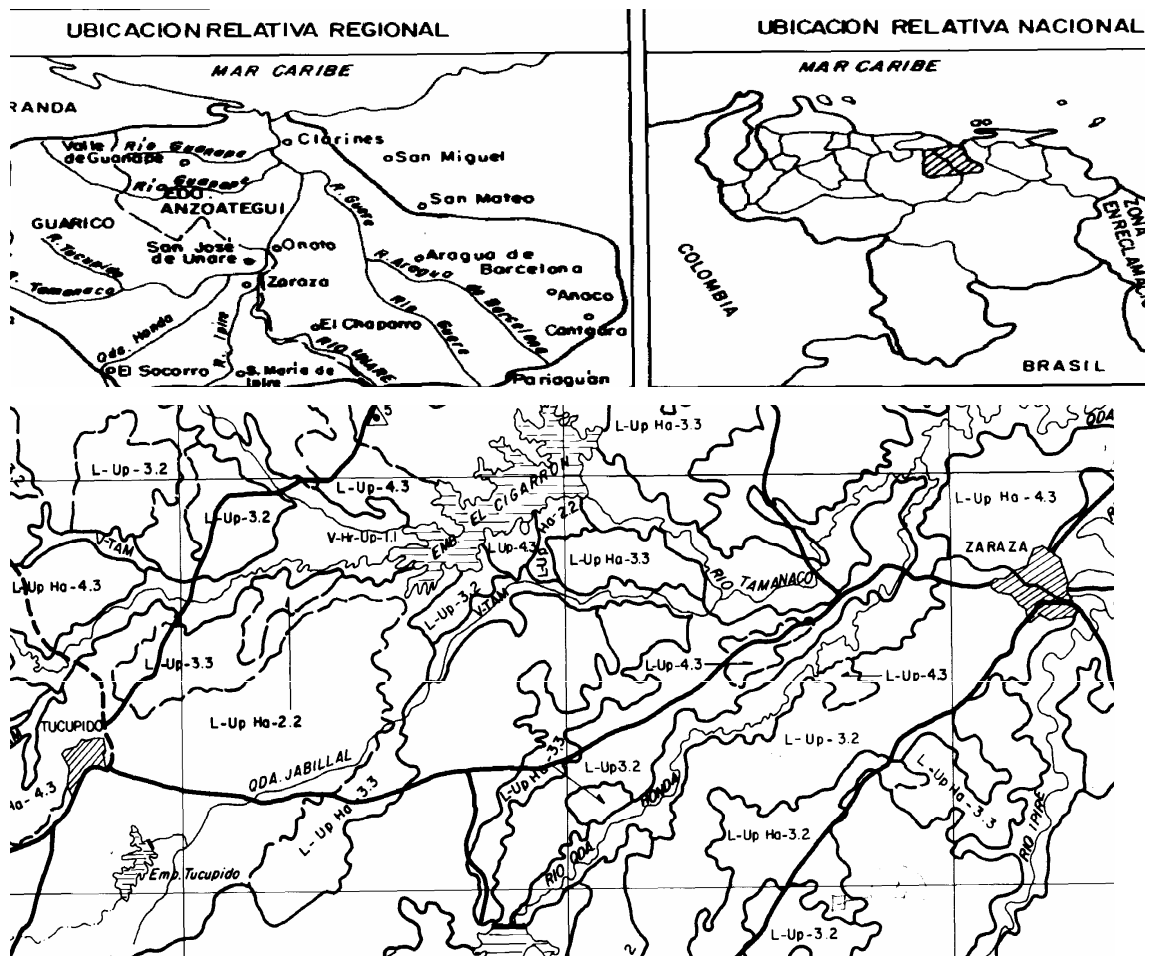
Zink, F. W. 1966. Studies on growth rate and nutrient absorption of onion. *Hilgardia* 37 (8):202-218.

ANEXOS

ANEXO 1. Localización del área de estudio



Cuenca de Unare (2.200.000 ha) y ubicación de la finca Samanote ().



Fuente: Ayala et al., (1995).

ANEXO 2. Analisis de rutina del suelo usado en el experimento (0-20 cm), antes del transplante del cultivo.

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL



LISANDRO ALVARADO

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
LISANDRO ALVARADO
DECANATO DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y SUELOS
LABORATORIO DE SERVICIOS
TELEFONO:0251-2592308-2592353



Productor :	Agropecuaria NJ	Finca:	Samanote
Localidad:	Zaraza	Parroquia:	Zaraza
Municipio:	Zaraza	Estado:	Guarico

Fecha:	20-09-2004
--------	------------

Resultado de Análisis de Suelos

Identificación	Sector 1			
Profundidad (cm)	0-20			
Hectáreas	1			
Cultivo a sembrar	Cebolla			
N° Registro	27.626			

ANALISIS QUIMICO

Reacción pH (1:2)	5,3	Ma					
Salinidad CE (dS/m)	0,46	M					
Materia Orgánica (%)	1,8	B					
Fósforo (mg/Kg)	8	B					
Potasio (mg/Kg)	135	M					
Calcio (mg/Kg)	3336	A					
Magnesio (mg/Kg)294	1478	A					
Aluminio (cmol/Kg)	0	B					

MA: Muy alto; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; MB: Muy Bajo.

pH: Muy Ácido (Ma); Ácido (a); Ligeramente Acido (La); Neutro (N); Alcalino (Alc); Muy Alcalino (MAlc).

ANALISIS MECANICO

% DE ARENA	18			
% DE LIMO	19			
% DE ARCILLA	63			
CLASE TEXTURAL	A			

A: Arcilloso; L: Limo; F: Franco; a: Arenoso

Métodos: Materia orgánica por colorimetría; Fósforo por Olsen; Potasio, Calcio y Magnesio , Acetato de Amonio, 1N pH 7.0, lectura por Absorción Atómica y Aluminio intercambiable por KCl 1N.

OBSERVACIONES:

* Presencia de carbonatos, valores de calcio superiores a 3.000 mg/Kg

COORDINADOR DEL LABORATORIO

ANEXO 3. Analisis de rutina del suelo usado en el experimento (0-20 cm), a los 42 dias después del transplante del cultivo.

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL



LISANDRO ALVARADO

UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
 LISANDRO ALVARADO
 DECANATO DE AGRONOMIA
 DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y SUELOS
 LABORATORIO DE SERVICIOS
 TELEFONO:0251-2592308-2592353



Productor :	Hugo Ramírez	Finca:	Samanote
Localidad:	Zaraza	Parroquia:	Zaraza
Municipio:	Zaraza	Estado:	Guarico

Fecha:	12-04-2005
--------	------------

Resultado de Análisis de Suelos.

Identificación	Suelo Sembrado			
Profundidad (cm)	0-20			
Hectáreas	1			
Cultivo a sembrar	Cebolla			
N° Registro	28.558			

ANALISIS QUIMICO

Reacción pH (1:2)	4,7	Ma						
Salinidad CE (dS/m)	0,92	A						
Materia Orgánica (%)	3,4	M						
Fósforo (mg/Kg)	25	M						
Potasio (mg/Kg)	245	A						
Calcio (mg/Kg)	*							
Magnesio (mg/Kg)294	1561	A						
Aluminio (cmol/Kg)	0,1	B						

MA: Muy alto; A: Alto; M: Medio; B: Bajo; MB: Muy Bajo.

pH: Muy Ácido (Ma); Ácido (a); Ligeramente Acido (La); Neutro (N); Alcalino (Alc); Muy Alcalino (MAlc).

ANALISIS MECANICO

% DE ARENA	11			
% DE LIMO	37			
% DE ARCILLA	52			
CLASE TEXTURAL	AL			

A: Arcilloso; L: Limo; F: Franco; a: Arenoso

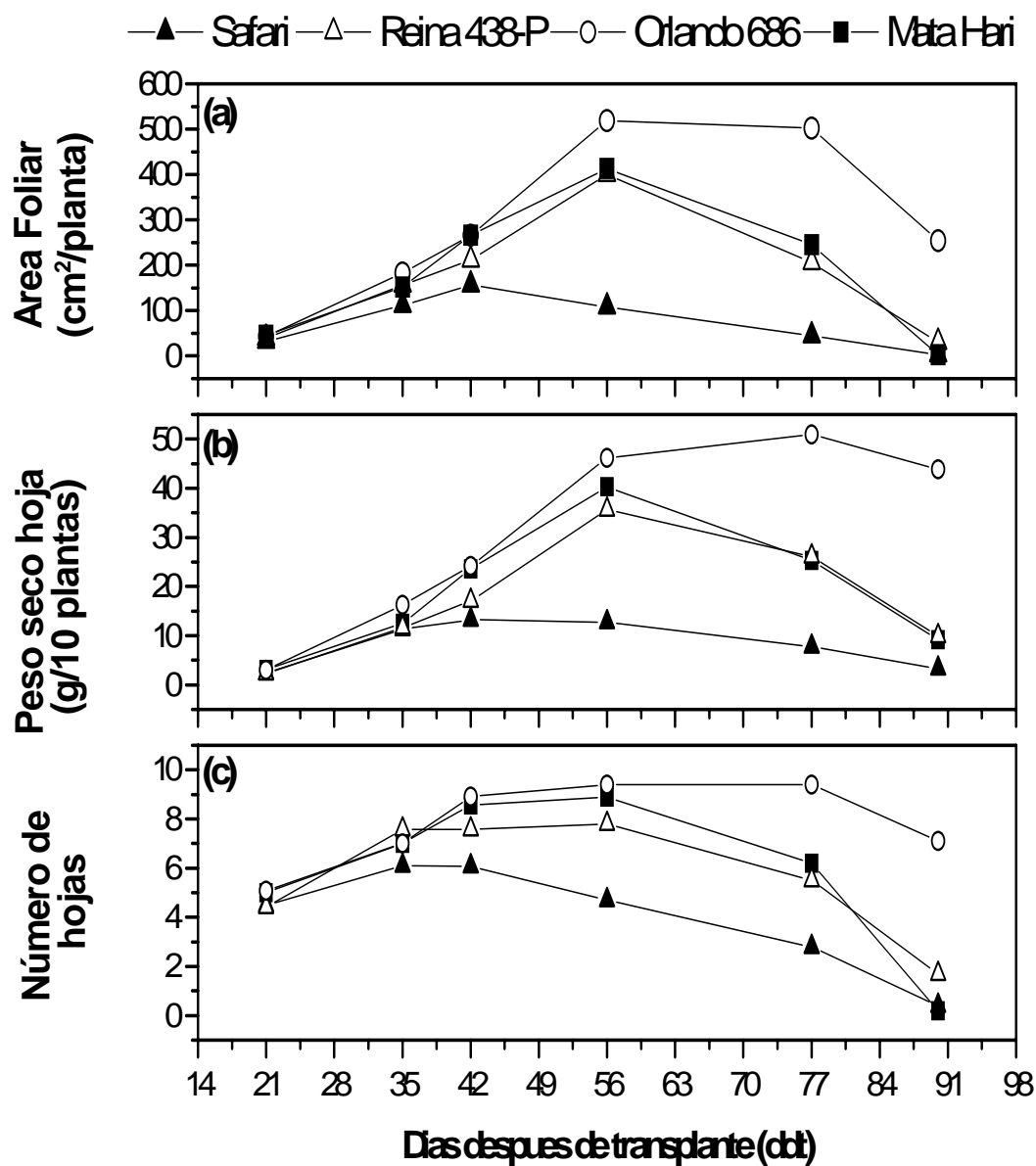
Métodos: Materia orgánica por colorimetría; Fósforo por Olsen; Potasio, Calcio y Magnesio , Acetato de Amonio, 1N pH 7.0, lectura por Absorción Atómica y Aluminio intercambiable por KCl 1N.

OBSERVACIONES:

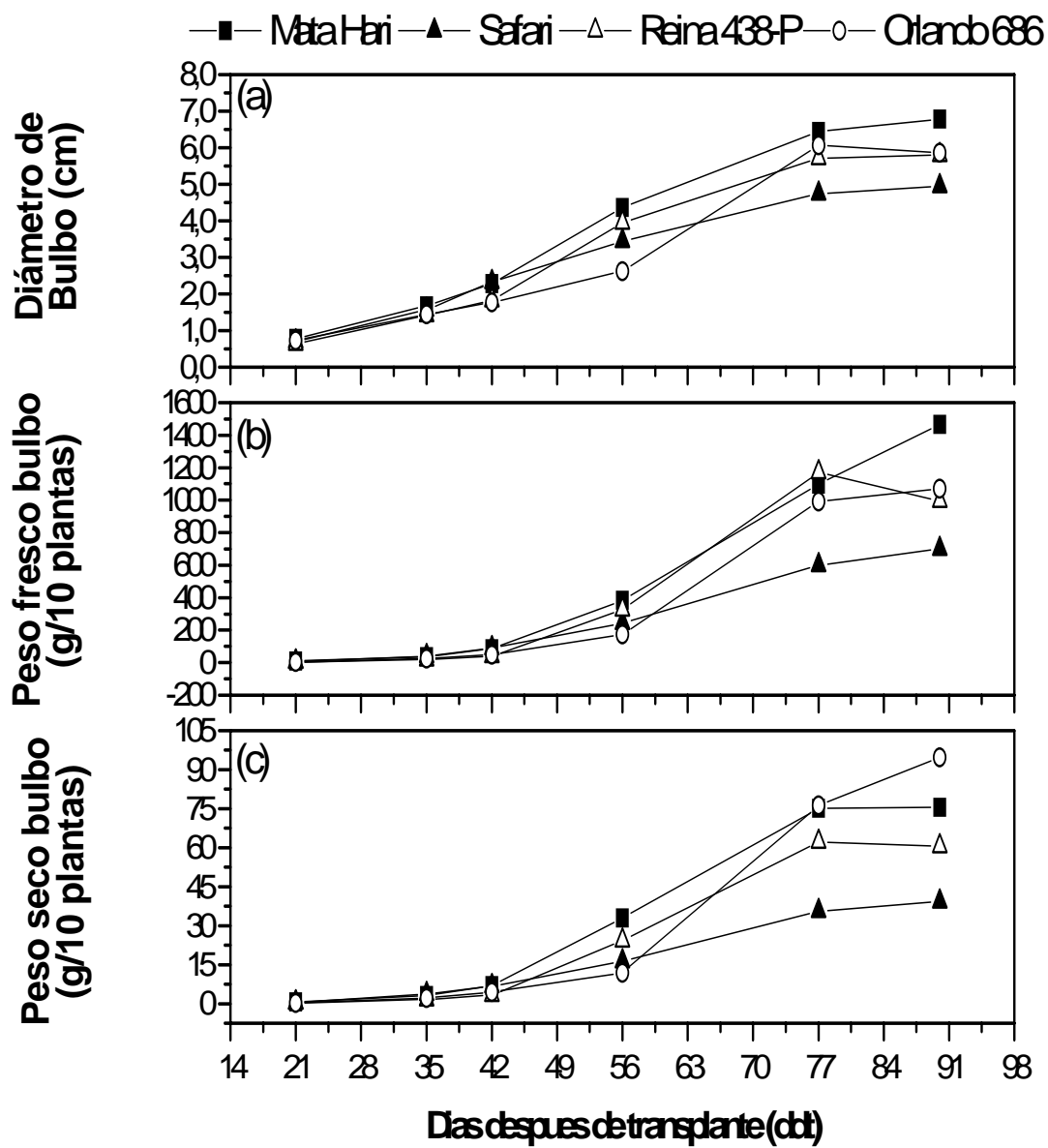
* Presencia de carbonatos, valores de calcio superiores a 3.000 mg/Kg

COORDINADOR DEL LABORATORIO

ANEXO 4. El área foliar (a), el peso seco de hoja (b) y el numero de hojas (c) de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico.



ANEXO 5. El diámetro (a) y pesos fresco (b) y seco (c) de bulbos de algunos cultivares de cebolla durante su crecimiento en Zaraza estado Guarico



ANEXO 6. Crecimiento, desarrollo y rendimientos de veintidós cultivares de cebolla en Zaraza estado Guarico. Etapas (días): semillero (a-c, 56 días en bandejas), prebulbo (d-e, 35-42 días), bulbificación (f, 35-42 días) y maduración (g, +77 días después de transplante, ddt). Fecha de transplante: 01 de febrero de 2005 y Fecha de cosecha: 01 de mayo de 2005.

Rendimientos (kg/ha): Mata Hari (59.907), Linda Vista (59.137), Granex 429 (50.889), Mercedes (50.138), Reina 438 Paimer (49.811), PS1791 (48.989), Don Víctor (48.982), Reina 438 Semiorto (45.324), HA-1367 (44.893), Nathasha (43.915), Orlando 686 (43.577), HA1477 (42.595), TG 438 (42.590), Excalibur (41.503), Centaur (40.997), Princesa (39.566), E White (37.739), E Brown (35.848), W Brown (34.534), Nirvana (34.311) y Safari (25.801).

Inicio de Bulbificación

35 ddt: Safari, Excalibur, E Brown, W Brown, E White, y Nirvana

42 ddt: Mata Hari, Linda Vista, HA-1367, Granex 429, Don Víctor, Nathasha, Reina 438 Paimer y Semiorto, Mercedes, PS1791, HA1477, TG 438, Excalibur, y Princesa.

56 ddt: Orlando 686

Inicio de Maduración:

77 ddt: Todos los cultivares, excepto Orlando 686.

