



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA



**EVALUACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN CUATRO
AMBIENTES (DOS MÉTODOS DE SIEMBRA Y DOS LOCALIDADES) BAJO
CONDICIONES DE PRODUCCIÓN COMERCIAL EN EL MUNICIPIO GUACARA DEL
ESTADO CARABOBO**

CARLOS HAMÓN
BREIEN PAPA

MARACAY, FEBRERO 2014



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA



EVALUACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) EN CUATRO AMBIENTES (DOS MÉTODOS DE SIEMBRA Y DOS LOCALIDADES) BAJO CONDICIONES DE PRODUCCIÓN COMERCIAL EN EL MUNICIPIO GUACARA DEL ESTADO CARABOBO

CARLOS HAMÓN
BREIEN PAPA
TUTOR: Dra. CATALINA RAMIS

Trabajo Presentado como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Agrónomo Mención Fitotecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela.

MARACAY, FEBRERO 2014

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado “Evaluación de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) en cuatro ambientes (dos métodos de siembra y dos localidades) bajo condiciones de producción comercial en el municipio Guacara del estado Carabobo”, cuyos autores son los bachilleres CARLOS MIGUEL HAMÓN DA SILVA, Cédula de Identidad 19.363.159, BREIEN ALEJANDRO PAPA BERTRAN, Cédula de Identidad 19.246.127, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al Título de Ingeniero Agrónomo.

Tutor – Coordinador

Jurado Principal

Dra. Catalina Ramis
C.I. 5.614.038

Ing. Agrónomo Juan Jiménez
C.I.

Jurado Principal

Jurado Suplente

Ing. Agrónomo Msc. Ada Medina
C.I.

Dr. Humberto Moratinos
C.I.

DEDICATORIA

Breien Papa

A mis padres que siempre creyeron en mí, a mi abuela y a toda mi familia, amigos y personas especiales en mi vida.

Carlos Hamón

A mis padres quienes estuvieron en todo momento en mi vida apoyándome en todas las decisiones que he tomado.

AGRADECIMIENTO

Breien Papa

Ante todo gracias a Dios, a mi familia por el apoyo que me dieron; a mi tutor la Dr. Catalina Ramis por la ayuda, apoyo y tiempo dedicado al emprendimiento de este proyecto; a la empresa Agrícola Tanausu C.A. por el apoyo prestado. A todos mis compañeros y profesores que me alentaron y ayudaron a lo largo de la carrera y por ultimo pero no menos importante a la Universidad Central de Venezuela la cual fue mi segunda casa.

Carlos Hamón

Principalmente a Dios, a mis padres por el apoyo y el ánimo constante durante toda mi vida, especialmente durante toda la carrera. Asimismo, agradezco a nuestra tutora Dra. Catalina Ramis y otros profesores del departamento de Genética de la Universidad Central de Venezuela quienes me prestaron su ayuda para la realización de este trabajo así como aquellos que contribuyeron a nuestra formación en esta casa de estudio.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Carátula.....	i
Página de Título.....	ii
Aprobación del Trabajo por el Jurado.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Tabla de Contenido.....	vi
Tabla de Cuadros.....	vii
Tabla de Figuras.....	ix
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Revisión Bibliográfica.....	4
Materiales y Métodos.....	12
Resultados y Discusiones.....	25
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	51
Referencias Bibliográficas.....	53

TABLA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Comparación entre el porcentaje de germinación de los híbridos Century y Campo Lindo obtenidos en el Laboratorio del (CIBA) y los reportados por SEMINIS.....	12
Cuadro 2 Histórico de 30 años para datos climáticos de la estación Samán Mocho, ubicada en el estado Carabobo.....	14
Cuadro 3 Tratamientos incluidos en análisis combinados de dos híbridos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) y cuatro ambientes.....	16
Cuadro 4 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra directa del productor Domingo Pérez.....	38
Cuadro 5 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra por trasplante del productor Domingo Pérez	39
Cuadro 6 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra por trasplante del productor José Gudeno.....	39
Cuadro 7 Cuadrados medios del análisis de la varianza combinado aproximado para para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes.....	40
Cuadro 8 Prueba de comparación entre medias del análisis combinados para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes.....	42
Cuadro 9 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo siembra directa productor Domingo Pérez.....	44
Cuadro 10 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo trasplante productor Domingo Pérez.....	44
Cuadro 11 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo trasplante productor José Gudeno	44
Cuadro 12 Cuadro de medias para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento.....	45
Cuadro 13 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo siembra directa productor Domingo Pérez	46

Cuadro 14 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo trasplante productor Domingo Pérez.....	46
Cuadro 15 Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo trasplante productor José Gudeno.....	47
Cuadro 16 Cuadrados medios del análisis de la varianza combinado aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo.....	47
Cuadro 17 Prueba de comparación entre medias del análisis combinados para las variables cuantitativas de calidad del bulbo.....	48

TABLA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Precipitación y Evapotranspiración para el período de la siembra de cebolla, julio 2012-enero 2013. Datos de la estación Samán Mocho, ubicada en el estado Carabobo. Fuente: USICLIMA, FAGRO, UCV.....	14
Figura 2 Unidad de observación de 0,22 m ² en almácigos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.).....	15
Figura 3 Siembra de cebolla en el sector Aragüita, Guacara, estado Carabobo. A. Siembra manual en almácigos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), en la finca del productor Domingo Pérez. B. Trasplante de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), en la finca del productor José Gudeno.....	17
Figura 4 Siembra directa en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) con sembradora neumática de precisión en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.....	17
Figura 5 Muestreo en almácigos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) para evaluación de variables en la finca del productor José Gudeno, Guacara, estado Carabobo	18
Figura 6 Fases fenológicas en el cultivo de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.), Emergencia (A), Rodilla (B), Fosforito (C) y Hojas verdaderas (D).....	18
Figura 7 Medición de diámetro del pseudotallo (A) y altura de planta (B) en los ensayos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L) en las fincas de los productores José Gudeno y Domingo Pérez, ambos ubicados en Guacara, estado Carabobo.....	19
Figura 8 Clasificación y pesaje de bulbos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) cosechados en cada unidad de observación en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.....	19
Figura 9 Clasificación de bulbos de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) en bulbillo, pequeños, medianos y grandes, de izquierda a derecha en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.....	20
Figura 10 Presentación de resultados en la finca del productor José Gudeno. Imagen de la Izquierda: Representantes de la empresa Agrícola Tanausu C.A. y profesores de la Universidad Central de Venezuela. Imagen derecha: Productor José Gudeno e investigadores.....	24
Figura 11 Número de plantas de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en plantas.ha ⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en semilleros en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	25

Figura 12 Número de plantas de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en plantas.ha ⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en semilleros en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	26
Figura 13 Número de plantas de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en plantas.ha ⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	27
Figura 14 Número de plantas de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en plantas.ha ⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	27
Figura 15 Comportamiento de la precipitación (mm) en la estación Samán Mocho, ubicado en el estado Carabobo, para las semanas correspondientes a los meses de julio a diciembre 2012, indicando las fases del cultivo. Fuente: USICLIMA, UCV.....	28
Figura 16 Erosión y pérdidas de plantas ocasionada por fuertes precipitaciones en la fase de establecimiento bajo el método de siembra directa, en la finca del productor Domingo Pérez, ubicada en Guaraca, estado Carabobo.....	28
Figura 17 Pérdida total del ensayo de siembra directa ocasionada por fuertes precipitaciones en la fase de establecimiento del cultivo, en la finca del productor José Gudeno, ubicada en Guacara, estado Carabobo.....	29
Figura 18 Fases del establecimiento (emergencia, rodilla, fosforito y hojas verdaderas) de los cultivares de cebolla, Century y Campo Lindo, bajo siembra directa y trasplante en la unidad de producción del Sr. Domingo Pérez, municipio Guacara del estado Carabobo.....	30
Figura 19 Fases del establecimiento (emergencia, rodillo, fosforito y hojas verdaderas) de los cultivares de cebolla, Century y Campo Lindo, bajo siembra directa y trasplante en la unidad de producción del Sr. Gudeno, municipio Guacara del estado Carabobo.	31
Figura 20. Siembra directa en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) donde se observa como los rodillos de la sembradora neumática presionan el suelo creando una barrera que retarda la emergencia (A). Vista ampliada de la compactación del suelo (B).....	32
Figura 21 Semilleros de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) donde se observa como agregan una fina capa de suelo sobre las semillas sin presionar el terreno (A) y la malla que se coloca sobre las camas a fin de protegerlas de las lluvias (B).....	32

Figura 22 Altura de planta en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	33
Figura 23 Altura de planta en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medida en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	33
Figura 24 Enfardado y corte de hojas en plántulas de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) para su posterior trasplante bajo método de siembra tradicional en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo...	34
Figura 25 Diámetro del pseudotallo en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medido en milímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	35
Figura 26 Diámetro del pseudotallo en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) medido en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	35
Figura 27 Número de hojas en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo	37
Figura 28 Número de hojas en cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.....	37

I. INTRODUCCIÓN

En Venezuela, la cebolla (*Allium cepa* L.) se cultiva en aproximadamente 13.000 ha, principalmente en los Llanos Centrales y el estado Lara. El municipio Guacara, del estado Carabobo, constituye una localidad de menor producción, pero de importancia por la fecha de cosecha, pues permite una oferta del producto durante los meses de noviembre a diciembre. Sin embargo, en tal región su comportamiento reproductivo se ha visto muy afectado por el ambiente, por condiciones climáticas, edáficas y de manejo agronómico.

La producción de cebolla en la localidad de Guacara es muy baja, en comparación con la producción nacional; sin embargo, por beneficio económico los productores han mantenido el cultivo. En los últimos años los rendimientos han tenido una alta variación debido a factores ambientales como precipitación y radiación, que han obligado a los productores a modificar los sistemas y fecha de siembra. Hasta el presente no se ha evaluado el efecto de dichas modificaciones considerando los distintos cultivares que se utilizan en la zona, por lo que es difícil dar las recomendaciones más apropiadas a tales situaciones (Juan Jiménez, Agrícola Tanausú, comunicación personal).

La incertidumbre de la producción, unida a la falta de información veraz que explique la causa de dicho comportamiento, ha sido por muchos años la mayor preocupación de los productores de cebolla en el municipio Guacara. Dicha preocupación los ha llevado en varias ocasiones a acudir a instituciones como universidades y empresas para tratar de conocer las posibles causas de tal variación en la producción, y tomar los correctivos más pertinentes.

Es así como en el ciclo junio-diciembre 2010, productores del municipio Guacara afrontaron serios problemas de producción e inclusive pérdida total de las siembras de cebolla. Esta situación los motivó a acercarse a la Facultad de Agronomía, UCV, con el propósito de encontrar respuestas y soluciones (CDCH-UCV, 2011).

Aunque son muchas las posibles causas de las variaciones del rendimiento en esta localidad, aún no se ha podido determinar con exactitud a través de análisis estadísticos la verdadera razón de dicho comportamiento. Según Acquah (2007) el fenotipo de una especie es el resultado de la interacción entre el genotipo y el ambiente

en el que se encuentra, según la ecuación $F = G + A$; sin embargo, también explica que existe una interacción específica entre el genotipo y el ambiente denominada interacción genotipo x ambiente (GA), conociéndose como ambiente toda condición que rodea al genotipo.

Esta interacción pudiera explicar el comportamiento variable de los híbridos utilizados en el municipio Guacara, donde son sometidos a distintos ambientes como por ejemplo, las condiciones climáticas asociadas a una fecha de siembra específica (radiación, precipitación, fotoperiodo), manejos agronómicos (fertilización, riego, calidad del agua de riego, manejo de plagas y enfermedades, preparación de suelos, métodos de siembra, etc.) y condiciones edáficas predominantes en la zona (suelos de origen lacustrino, con alto contenido de sales y carbonatos y alta variabilidad en la textura), expresando en el fenotipo rendimientos variables e inconsistentes en el tiempo.

Por esta razón, es necesario determinar el efecto de cada variable en la producción de este cultivo; de lo contrario, no se podrán implementar las prácticas más adecuadas para este nicho agroecológico, capaces de disminuir la variabilidad en la producción y por ende, la gran incertidumbre de los productores en cuanto a la rentabilidad del cultivo de la cebolla.

Las variables que se piensa influyen más en la variación de la producción de los cultivares utilizados son la fecha de siembra y los métodos de siembra asociados a este cultivo, por esta razón el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del método de siembra en el comportamiento de los cultivares Century y Campo Lindo, ambos híbridos no convencionales, en el municipio Guacara.

II. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Objetivo General

- Evaluar el comportamiento de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) en cuatro ambientes bajo condiciones de producción comercial en el municipio Guacara del estado Carabobo.

Objetivos Específicos

- Caracterizar el desarrollo fenológico de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.), en cuatro ambientes bajo condiciones de producción comercial en el municipio Guacara del estado Carabobo.
- Determinar el comportamiento en cuanto al rendimiento y sus componentes de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.), en cuatro ambientes bajo condiciones de producción comercial en el municipio Guacara del estado Carabobo.
- Evaluar la interacción genotipo x ambiente para el rendimiento y sus componentes de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.), en cuatro ambientes bajo condiciones de producción comercial en el municipio Guacara del estado Carabobo.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. Generalidades Sobre el Cultivo de la Cebolla (*Allium cepa* L.)

Las cebollas se han cultivado durante 5.000 años o más y actualmente no existen como especies silvestres. Se piensa que se domesticaron en primer lugar en las regiones montañosas de Turkmenistán, Uzbekistán y en el norte de Irán, Afganistán y Pakistán. Durante la domesticación de las cebollas, debe haberse realizado la selección para un crecimiento más rápido, conducente a un ciclo bianual en lugar de un ciclo de vida largo, y a la obtención de bulbos de mayor tamaño. También debe haberse desarrollado barreras para impedir el cruzamiento con las especies relacionadas. Las variedades más importantes dentro del punto de vista económico, cultivadas en la actualidad poseen las siguientes características: Forman bulbos individuales, grandes, que crecen principalmente a partir de semillas. Existe una gran diversidad en cuanto a las adaptaciones al fotoperiodo y a la temperatura, en la vida útil del bulbo, el contenido de materia seca, el sabor y aroma, y el color de la piel (Brewster, 2001).

La cebolla se desarrolla bastante bien en condiciones donde la temperatura ambiental es cálida, lo que permite conformar un bulbo bien estructurado o cuando dominan temperaturas muy frescas (menores de 12°C). Las zonas cebolleras del país presentan condiciones de temperaturas promedios de 26°C. Una característica importante del cultivo es su susceptibilidad a la duración del día (fotoperiodo) para lo cual se requiere que los cultivares a sembrar sean aquellos que presenten buena adaptación a días cortos (10-12 horas luz) en nuestras condiciones tropicales (Carrillo, 1985).

En cuanto a su fenología para Rondón *et al.* (1996), las plantas de cebolla presentan las siguientes fases:

1. Emergencia: ocurre cuando la raíz principal crece hacia abajo y el cotiledón se elonga.
2. Primera hoja verdadera: esta hoja crece dentro del cotiledón y emerge a través de él; simultáneamente se presenta el crecimiento de las raíces adventicias en la base del tallo.

3. Plántula: esta fenofase se caracteriza por la formación de nuevas hojas y raíces adventicias y la diferenciación del pseudotallo.

4. Iniciación de la formación del bulbo: en las plantas de cebolla, algunas hojas modifican sus vainas envolventes para recibir fotosintetizados y así aumenta el diámetro del pseudotallo. En esta fenofase comienza la translocación intensa de carbono asimilado, el cual se utiliza para almacenamiento y crecimiento del bulbo, pues éste empieza a ser el principal sitio de recepción y utilización de los compuestos asimilados.

5. Máximo desarrollo vegetativo: esta fenofase comprende desde la iniciación hasta la terminación del llenado del bulbo; durante esta fase fenológica, las plantas logran la mayor expresión de los parámetros área foliar y peso seco de las hojas.

6. Terminación del llenado del bulbo: en esta fenofase las hojas de la planta entran en senescencia.

El mismo autor señala que la fenología puede variar no sólo según la variedad sino también por sistema de manejo de producción. Rondón *et al.* (1996) evaluando los sistemas de siembra, trasplante y siembra directa, y distintas coberturas, encontró que las plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) aunque presentaron las mismas fenofases, las cuales fueron descritas anteriormente, la duración de cada fenofase fue diferente entre ellos, pues las plantas bajo coberturas emergieron primero que en el testigo (suelo desnudo) y en el semillero. Para siembra directa, el inicio del llenado del bulbo ocurrió antes que en el trasplante. El autor asocia el atraso observado con el estrés causado por el cambio del semillero al lugar definitivo y la adaptación al mismo. En la terminación del llenado del bulbo, los de coberturas plásticas negra y gris en siembra directa registraron mayores pesos secos el bulbo, en comparación con el acolchado blanco y el testigo (suelo desnudo).

B. Tipos de Cultivares

La cebolla normalmente es una planta alógama, forman inflorescencias tipo umbela. Cuando maduran las flores liberan el polen antes de que los estigmas sean completamente receptivos, fenómeno que se denomina protandria, es por esta condición que predomina la polinización cruzada, aunque son perfectamente capaces

de auto-polinizarse (Brewster, 2001). Debido a esto los cultivares desarrollados por mejoramiento convencional son variedades e híbridos no convencionales.

Las variedades son poblaciones mejoradas que poseen características deseables y son mantenidas por libre polinización. Aunque poseen los alelos de interés, existe variabilidad entre los individuos en cuanto a caracteres cuantitativos, como por ejemplo, el rendimiento, por lo que presentan cierto grado de desuniformidad fenotípica.

Los híbridos en el caso de cebolla son obtenidos por cruzamientos entre poblaciones ampliamente divergentes, como resultado, se obtienen individuos que expresan vigor híbrido con un comportamiento superior al de sus progenitores (Brewster, 2001). El mayor rendimiento y uniformidad en caracteres cualitativos y cuantitativos ha sido la razón por la cual la producción de híbridos F1 se ha convertido en la tendencia principal de la mejora de cebollas en los últimos años. Sin embargo, en vista de que los progenitores de los híbridos no son líneas con cierto grado de homocigosis como en el caso de otros cultivos como maíz (*Zea mays* L.), los híbridos de cebolla son no convencionales.

En Venezuela se siembran diferentes tipos de cultivares, variedades e híbridos Según el Índice Agropecuario (Anzola, 2012), en Venezuela estaban disponibles para ese año, los híbridos Yellow Granex, Yellow Granex mejorado, Ha-1367, Ha-781, Campo Lindo y Century y, las variedades Maya-438 y Texas Grano 202.

C. Metodologías de Siembra y Manejo

La Cebolla (*Allium cepa* L.) puede sembrarse de forma directa o por trasplante. Brewster (2001) indica que el método de siembra directa es la siembra de las semillas directamente en el suelo en el que se va a realizar el cultivo. Constituye potencialmente el método más económico para establecer una plantación de cebollas, particularmente en aquellos casos en los que la disponibilidad de mano de obra para realizar los trasplantes es limitada o costosa o cuando no se dispone de las instalaciones para establecer los semilleros para trasplante. Además, señala que la siembra directa probablemente tendrá un mayor riesgo de fallo en el establecimiento de una cosecha uniforme con el espaciamiento deseado, que el trasplante. El Instituto Nacional de

Tecnología Agrícola de Argentina (2009) señala que se pueden obtener densidades de siembra finales desde 680.000 hasta 1.237.000 plantas por hectárea bajo este sistema, asumiendo hasta un 45% de pérdidas partiendo de una densidad inicial de 1.250.000 hasta 2.250.000 plantas por hectárea.

Según Carrillo (1985), para el método de trasplante se necesita la conformación de los llamados semilleros o almácigos que representan el lugar inicial donde se coloca la semilla para que cumpla su primera etapa de desarrollo y posterior traslado al campo de siembra, al cual debe hacerse un manejo previo. La cantidad de semilla recomendada es de 30 a 40 g.m⁻² de semillero, lo cual equivale a unas 9.000-12.000 plantas por m². La forma tradicional de semillero usado para el cultivo es el tipo "poceta" (pequeña depresión realizada en el terreno bajo condiciones semiáridas). La cebolla dura en estas condiciones 45 días para luego ser llevada al campo definitivo de siembra. Se necesitan aproximadamente de 90 a 100 m² de semilleros para trasplantar una hectárea. Además, Aljaro *et al.* (2009) señalan que solo el 55% de la cantidad total de plantas sembradas en almácigos son seleccionadas para ser trasplantadas a campo, esto debido a pérdidas por mala germinación, pérdidas durante la emergencia en campo y pérdidas en el proceso de selección final antes del trasplante.

Los cuidados durante el cultivo son los riegos y la eliminación de malas hierbas. La limpieza de malas hierbas es imprescindible para obtener una buena cosecha, ya que pueden establecer una fuerte competencia con el cultivo, especialmente en este caso, por el corto sistema radicular de la cebolla. Esto es de gran importancia en la primera edad de las plantas, que podrían verse ahogadas o paralizadas en su desarrollo vegetativo más fácilmente. El último riego, no debe darse muy próximo a la recolección y se hará hasta 20 días antes, con el fin de que los bulbos tengan menor contenido de agua y se conserven mejor (Sobrino, 1992).

Un aspecto importante en el caso de la cosecha, es la determinación del momento en que debe hacerse. Sobre este tema hay distintas costumbres por parte de los productores de cebolla. En todo caso, el síntoma más empleado ha de apreciarse en las hojas. Se puede esperar que estén totalmente marchitas o que las plantas tengan dos o tres hojas exteriores secas, o bien que el cuello se doble (Sobrino, 1992).

D. Historia Agrícola de Guacara

De acuerdo con los datos aportados por la alcaldía de Guacara desde su sitio en línea página web el día 23 de enero de 2013 (<http://www.alcaldiadeguacara.gob.ve/index.php/smuni/datos/economicos.html>), en la época precolombina, en la zona de Guacara los pobladores combinaban el cultivo de la yuca con la pesca lacustre y la caza de mamíferos terrestres.

La agricultura de la localidad de Guacara, como en toda la antigua Gobernación de la provincia de Venezuela, se desarrolló a partir de los productos indígenas que hallaron los primeros pobladores españoles. Además, los naturales, que poblaron la cuenca del lago de los Tacarigua, encontraron su alimentación sin mayores esfuerzos, ya que las riberas del lago les ofrecieron las tierras más fértiles para su rudimentaria agricultura, y las maderas, enneas y bejucos para construir sus viviendas y dormitorios y también las canoas para movilizarse a las islas y riberas del lago (Lugo, 2008).

Para finales del siglo XVIII, el cuarto Marqués del Toro, Francisco Rodríguez del Toro, se había convertido en un próspero productor de caña de azúcar en su hacienda de Mocundo, situada en la zona Sur de este valle, en tierras aledañas al Lago de los Tacarigua (Lugo, 2008).

Actualmente, en la parte sur, en las tierras cercanas al lago, se mantiene cierta actividad agrícola, con la presencia de caña de azúcar, girasol, hortalizas y frutales. En ese sector aún persiste la práctica del conuco lagunero, conformado por largas y angostas franjas de tierra que aumentan y disminuyen en su extensión, a medida en que las aguas del lago ascienden o descienden, y que se caracteriza, como todo sembradío en conuco, por la diversidad de sus cultivos (Alcaldía de Guacara, 2012).

Estas tierras de vocación agrícola y aptas para la cría mantuvieron esa condición hasta la mitad del siglo pasado, cuando en la década de los 50 fueron instaladas las primeras grandes industrias y diez años más tarde, durante los años 60, se produjo un crecido desarrollo tanto industrial como demográfico, cuyo efecto no tardó en reflejarse en el cambio del uso de la tierra y en la degradación creciente del medio ambiente (Alcaldía de Guacara, 2012).

En el sector Aragüita, en la época de la colonia los campos se dedicaban a la producción caña de azúcar) y luego pasó a ser una zona productora de papa desde la llegada de inmigrantes europeos a mitad del siglo pasado. Sin embargo, por problemas de plagas, el rubro fue abandonado y desde aproximadamente 20 años se produce cebolla en una amplia extensión del sector (Juan Jiménez, Agrícola Tanausú, comunicación personal).

E. Interacción Genotipo x Ambiente

Se dice que hay interacción genotipo-ambiente cuando dos o más genotipos son comparados a través de diferentes ambientes y su comportamiento relativo es diferente. Por el contrario, se dice que no existe interacción genotipo x ambiente cuando un genotipo presenta un rendimiento constantemente mayor al de otro genotipo, siendo el aumento a través de los ambientes incluidos en la prueba, el mismo (Acquaah, 2007).

La interacción ocurre a varios niveles biológicos, tanto a nivel de genotipos, loci de caracteres cuantitativos (QTL) y fenotipos; los primeros dos requieren un análisis genético. La interacción genotipo x ambiente a nivel de fenotipo requiere la observación de las plantas a nivel de campo, en distintas condiciones. Dicha interacción también puede ser disgregada en tendencias lineales, como por ejemplo, genotipo x localidad, genotipo x año y genotipo x tiempo. Los métodos estadísticos son usados para medir esta interacción. Consecuentemente, el correcto diseño de las parcelas en el campo y análisis es requerido para una efectiva valoración de la interacción. Este método incluye tanto procedimientos paramétricos como no paramétricos (análisis de varianza, análisis de regresión y técnicas multivariadas) (Acquaah, 2007).

F. Diseño de Experimento en Fincas de Agricultores

En los últimos años se ha registrado una creciente tendencia en el interés por la validación de resultados de investigaciones de estaciones experimentales en campos de agricultores, debido a que muchas prácticas nuevas y productos tienen interacciones potenciales con los suelos específicos, prácticas de manejo y condiciones agroecológicas, sugiriendo los ensayos demostrativos en fincas específicas como parte de un adecuado programa de investigación agrícola (Machado, 2000).

Machado (2000) basado en la propuesta de Hildebrand y Poey (1989) presenta una clasificación de tipos de ensayos en fincas, describiendo en cada caso el objetivo, la planificación más común y análisis adecuado, como sigue:

- a) Ensayos exploratorios: Conducidos en circunstancias donde se tiene poco conocimiento del área con el objetivo de generar información cualitativa más que cuantitativa.
- b) Ensayos para localidades específicas: Tienen como propósito seleccionar alternativas dentro de un conjunto de proposiciones tecnológicas para la solución de un problema determinado.
- c) Ensayos regionales: En esta categoría pertenecen aquellos experimentos cuya finalidad es comparar un número reducido de tratamientos (6-8) que han resultado los mejores en pruebas anteriores sobre un dominio de recomendación mayor.
- d) Ensayos manejados por el productor: Su objetivo es comparar una tecnología promisorio con la utilizada por el productor, bajo sus condiciones de manejo. Para el caso de los ensayos manejados por el productor, su participación varía en función de la naturaleza del experimento hasta el punto en que el investigador se convierte en solo un supervisor y colaborador.

Los ensayos en grandes parcelas proveen oportunidades para probar nuevos factores de producción agrícola en sistemas bajo medio real. Sin embargo, la verificación estadística se ve limitada por la imposibilidad de cumplir ciertas suposiciones como que el grado de variabilidad es consistente de parcela a parcela, las diferencias registradas son debidas al efecto de los tratamientos y no a otra fuente de variación y que los cuadrados medios del error de muestreo y del error experimental conducen a estimaciones de un mismo parámetro, la varianza.

Machado (2000) menciona que la metodología requiere de una adecuada planificación experimental en cuanto a los tratamientos, el tamaño de la unidad de muestreo y el tamaño de muestra. La planificación experimental la refiere al uso de las denominadas grandes parcelas sin repeticiones, con muestreo dentro de cada parcela, como una vía para obtener una estimación del error experimental. En cuanto a la unidad de muestreo, recomienda sea similar al tamaño de la unidad experimental en

ensayos intensivos para el cultivo específico bajo estudio. Por otra parte, Machado (2000) menciona que el tamaño de muestreo variará dependiendo de la variabilidad de la unidad de producción donde es conducido el estudio, por lo que se debe verificar en campo la variabilidad entre los muestreos dentro de cada parcela.

Existen diferentes métodos de análisis, todos requieren la verificación del cumplimiento o no de algunos supuestos fundamentales como son la normalidad de la distribución de los datos (Skewness y Kurtosis) y la homogeneidad de errores (prueba de Bartlett).

Entre los métodos utilizados más comunes está el de análisis de la varianza aproximado. Este método consiste en la aplicación del análisis de la varianza para el modelo del diseño completamente aleatorizado con más de una observación por celda. Al respecto, Machado (2000) concluye que el análisis de la varianza aproximado genera resultados confiables cuando se aplica en experimentos bien planificados, considerando el tamaño de la unidad experimental y el tamaño de muestra.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal

El material vegetal estuvo constituido por dos cultivares de cebolla: Century, una cebolla híbrida de día corto, ciclo medio (85-90 días), baja pugencia; resistente a raíz rosada y fusarium, uniformidad de bulbos con color de túnica amarillo y anillos blancos y un solo punto de crecimiento; y Campo Lindo, una cebolla híbrida de día intermedio, ciclo corto (95-100 días); resistente a raíz rosada y fusarium, bulbos en forma de globo de túnica color amarillo y anillos blancos con un solo punto de crecimiento.

A fin de verificar la calidad de la semilla, en el Laboratorio de Genética Molecular del Centro de Investigaciones en Biotecnología y Agrícola (CIBA) ubicado en la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, se realizó una prueba de germinación para los híbridos utilizados. En el Cuadro 1 se comparan los porcentajes de germinación obtenidos y los porcentajes de germinación reportados por la casa comercial SEMINIS, obteniéndose resultados muy similares. De esta manera se puede asegurar que las diferencias entre los tratamientos no se deben a la calidad de la semilla utilizada.

Cuadro 1. Comparación entre el porcentaje de germinación de los híbridos Century y Campo Lindo obtenidos en el Laboratorio del (CIBA) y los reportados por SEMINIS.

Genotipo	% Germinación Laboratorio	%Germinación Reportado
Century	90,95	92
Campo Lindo	96,00	95

Ambientes

Ambos híbridos fueron evaluados en cuatro ambientes correspondientes a la combinación de dos métodos de siembra y dos unidades de producción, a saber:

a. Métodos de Siembra

Se evaluaron dos métodos de siembra: Siembra por trasplante o convencional y siembra directa. La siembra en semilleros se realizó el 24 de julio de 2012, y el 26 de julio de 2012 la siembra directa.

b. Unidad de Producción

Los ensayos se establecieron en dos unidades de producción del municipio Guacara del estado Carabobo: correspondiente a las de los productores Domingo Pérez (cordenadas: 10°10'51,91" N 67°51'47,68" O altura 421 m.s.n.m) y José Gudeno (cordenadas: 10° 11'31,71" N 67°51'54,92"O altura 429 m.s.n.m) de la localidad Aragüita.

Descripción Edafo-climática de las Unidades de Producción

Se realizó un muestreo de suelo a una profundidad de 0 a 20 cm para poder caracterizar la zona de siembra, las muestras fueron analizadas en el Laboratorio General de Suelos de la Facultad de Agronomía, UCV. La unidad de producción del agricultor José Gudeno presentó una textura franco arenosa, con un pH de 7,02, una conductividad eléctrica de 1,71 dSm⁻¹ y un contenido de materia orgánica de 0,89%. La unidad de producción de Domingo Pérez presentó una textura areno francosa, con un pH de 7,34, una conductividad eléctrica de 1,27 dSm⁻¹ y un contenido de materia orgánica de 0,71 %.

Los datos climáticos fueron proporcionados por la Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente (USICLIMA) correspondientes a la estación Samán Mocho del Estado Carabobo latitud 10°05'58" N longitud 67°51'40" W, altura 425 m.s.n.m, serial 0450 con los datos históricos de más de 30 años (Cuadro 2).

La zona se caracteriza por presentar los mayores picos de precipitación en los meses de julio (156 mm), agosto (174,8 mm) y septiembre (151,5 mm), además de presentar los menores valores de radiación solar (MJ m⁻² d) e insolación (h/día) en los meses de junio a noviembre, período en el cual se establece el cultivo de cebolla para

esta localidad. En la figura 1 se muestra el período de crecimiento para los meses Julio 2013 a Enero 2014, fecha en la cual se realizó el ensayo.

Cuadro 2. Histórico de 30 años para datos climáticos de la estación Samán Mocho, ubicada en el estado Carabobo.

Elemento climático	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Radiación Solar (MJ m ⁻² d)	19,1	19,5	21,3	18,5	17,5	17,5	18,7	18,6	17,9	17,1	16,7	17,5	18,4
Insolación (h/día)	8,5	8,4	8,0	6,2	5,4	5,7	6,0	6,0	6,0	6,1	6,8	7,7	6,7
Temperatura Mínima (°C)	15,8	16,6	17,9	19,9	20,5	19,9	19,3	19,4	19,4	19,2	18,7	17,0	18,6
Temperatura Media (°C)	23,4	24,1	25,1	25,8	25,4	24,6	24,2	24,1	24,2	24,3	24,2	23,6	24,5
Temperatura Máxima (°C)	30,8	31,6	32,5	32,1	31,0	30,2	29,9	29,9	30,2	30,5	30,6	30,6	30,8
Humedad relativa Mínima (%)	36	34	34	40	48	51	52	54	54	52	48	41	45
Humedad Relativa Media(%)	67	64	62	68	75	78	80	81	81	81	77	72	74
Humedad relativa Máxima (%)	97	95	93	94	95	96	96	96	96	96	96	96	96
Precipitación (mm)	5,5	4,6	13,9	69,9	141,3	140,3	156,0	174,8	151,5	132,8	65,7	18,1	89,53
Evapotranspiración de referencia (mm)	113,3	117,2	136,0	119,4	113,7	108,9	110,0	112,5	105,5	104,1	93,2	104,3	111,51

Fuente: USICLIMA, FAGRO, UCV.

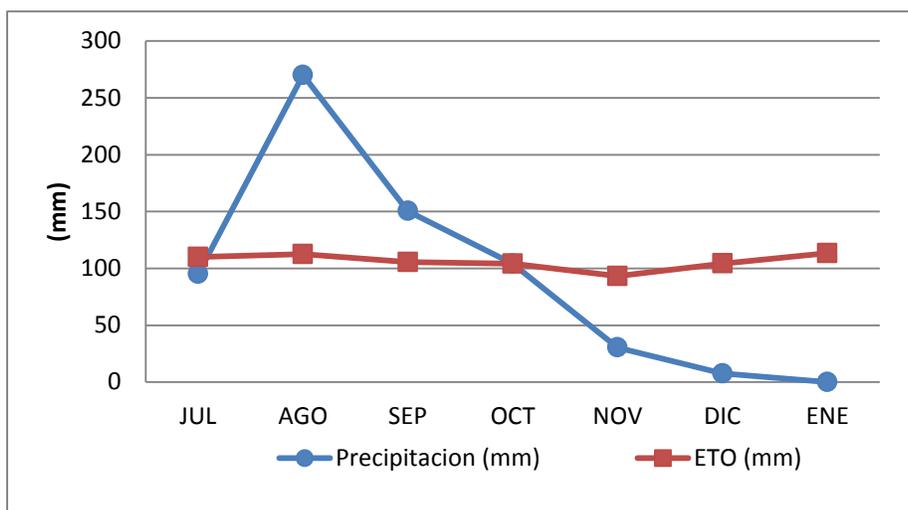


Figura 1. Precipitación y Evapotranspiración para el período de la siembra de cebolla, julio 2012-enero 2013. Datos de la estación Samán Mocho, ubicada en el estado Carabobo. Fuente: USICLIMA, FAGRO, UCV.

Diseño Experimental

El diseño experimental fue el de grandes parcelas sin repetición, con muestreo dentro de cada parcela. Cada parcela comercial constó de 2 camas de 1,2m de ancho y 100m de largo, donde la unidad de observación fue de 4,4m² (tamaño apropiado para

cebolla según estudio de Márquez (1985) para un total de 100 unidades de observación en cada tratamiento, según el método de Fairfield Smith (Machado, 2000).

Para el método de trasplante, en la fase de semillero, la unidad de observación fue de 31m^2 para cada híbrido en cada localidad, siendo la unidad de observación $0,22\text{m}^2$ cumpliendo con el principio del método de Fairfield Smith (Figura 2). Cuando las plántulas de cebolla fueron trasplantadas en campo se llevaron a parcelas comerciales con 100 unidades de observación de $4,4\text{m}^2$ cada una, donde se realizaron las evaluaciones de las distintas variables.



Figura 2. Unidad de observación de $0,22\text{ m}^2$ en almácigos de cebolla (*Allium cepa* L.).

Tratamientos

Cada tratamiento corresponde a un híbrido de cebolla sometido a cuatro ambientes diferentes, dos unidades de producción (Sr. José Gudeno y Sr. Domingo Pérez) y dos métodos de siembra (Trasplante y Siembra directa). La combinación de los dos tratamientos y los cuatro ambientes para cada tratamiento se presenta en el Cuadro 3, estableciéndose como ambiente 1 Siembra directa en la localidad del sr. Domingo Pérez, ambiente 2 Trasplante en la localidad del sr. Domingo Pérez, ambiente 3 Trasplante en la localidad del sr. José Gudeno y el ambiente 4 Siembra directa en la localidad de este mismo productor.

Cuadro 3. Tratamientos incluidos en análisis combinados de dos híbridos de cebolla (*Allium cepa* L.) y cuatro ambientes.

Tratamiento	Unidad de Producción	Método de Siembra	Híbrido
1	Domingo Pérez	Directa	Century
	Domingo Pérez	Directa	Campo Lindo
	Domingo Pérez	Trasplante	Century
	Domingo Pérez	Trasplante	Campo Lindo
2	José Gudeno	Directa	Century
	José Gudeno	Directa	Campo Lindo
	José Gudeno	Trasplante	Century
	José Gudeno	Trasplante	Campo Lindo

Establecimiento de ensayos en campo

Según la clasificación descrita por Machado (2000), el diseño utilizado corresponde a ensayos manejados por el agricultor. En este contexto, todas las condiciones de manejo agronómico en cuanto a preparación de terreno, siembra, trasplante, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades fueron llevadas por cada uno de los productores, siendo los investigadores observadores y colaboradores de los productores.

La siembra en semillero se realizó de forma manual (Figura 3). Para cada híbrido se utilizó una lata de 100.000 semillas distribuidas uniformemente en camas de 31 metros de largo por 1 metro de ancho, para una densidad de 3.225,86 plantas/m²/tratamiento. Al momento del trasplante que también se realizó de forma manual (Figura 3), se llevaron a planchas de 1,1 metros de ancho por 220 metros de largo.



Figura 3. Siembra de cebolla en el sector Aragüita, Guacara, estado Carabobo. **A.** Siembra manual en almácigos de cebolla (*Allium cepa* L.), en la finca del productor Domingo Pérez. **B.** Trasplante de cebolla (*Allium cepa* L.), en la finca del productor José Gudeno.

En el caso del método siembra directa, se utilizó una sembradora neumática de precisión con la cual se sembraron 2 planchas de 1,5 metros de ancho por 100 metros de largo por cada híbrido a una densidad de 1.224.000 plantas.ha⁻¹ (Figura 4).



Figura 4. Siembra directa en cebolla (*Allium cepa* L.) con sembradora neumática de precisión en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.

VARIABLES EVALUADAS

a) **Sobrevivencia:** Se contaron semanalmente durante todo el ciclo del cultivo (19 semanas) el número de plantas en 10 unidades de observación para cada tratamiento (Figura 5).



Figura 5. Muestreo en almácigos de cebolla (*Allium cepa* L.) para evaluación de variables en la finca del productor José Gudeno, Guacara, estado Carabobo.

b) **Fenología:** Para cada tratamiento, se tomaron 10 unidades de observación y se contó la cantidad de plantas que pertenecían a cada fase fenológica: Emergencia, rodilla, fosforito, primera hoja verdadera y segunda hoja verdadera, hasta un total de n hojas verdaderas hasta fin de ciclo, inicio de bulbificación e índice de cosecha semanalmente durante todo el ciclo del cultivo (Figura 6).



Figura 6. Fases fenológicas en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.), Emergencia (A), Rodilla (B), Fosforito (C) y Hojas verdaderas (D).

De igual manera dentro de cada unidad de observación se tomaban 10 plantas aleatorias y se registraba el número de hojas, la altura en centímetros y el diámetro del pseudotallo en milímetros (Figura 7).



Figura 7. Medición de diámetro del pseudotallo (A) y altura de planta (B) en los ensayos de cebolla (*Allium cepa* L.) en las fincas de los productores José Gudeno y Domingo Pérez, ambos ubicados en Guacara, estado Carabobo.

c) Rendimiento: Para cada tratamiento, se cosecharon 5 unidades de observación y se pesaron todos los bulbos comerciales. Los resultados se expresaron en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Figura 8).



Figura 8. Clasificación y pesaje de bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) cosechados en cada unidad de observación en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.

d) Componentes de Rendimiento: Una vez cosechados se procedió a clasificar los bulbos según la metodología de Brewster (2001), en pequeños (<30gr) con diámetros comprendidos entre los 2,84 y 4,3 cm con una media de 3,68 cm, medianos (30-80gr) y un rango de diámetros que iba desde los 4,64 cm hasta los 6,35 cm y una media de 5,22 cm, y grandes (>80 gr) que presentaron diámetros comprendidos entre los 5,68 cm y 8,13 cm con una media de 6,59 cm (Figura 9). Adicionalmente, se contaron las plantas con bulbillo, las plantas que no formaron bulbo y con bulbos podridos. La sumatoria de todas estas correspondió al total de número de plantas por unidad de observación al momento de la cosecha.



Figura 9. Clasificación de bulbos de cebolla (*Allium cepa* L.) en bulbillo, pequeños, medianos y grandes, (de izquierda a derecha) en la finca del productor Domingo Pérez, Guacara, estado Carabobo.

e) Área Final de la Unidad de Observación: Se estableció una medida inicial de la unidad de observación de 4,4 m² al momento de sembrar y después de la cosecha se procedió a medirla de nuevo. De esta manera se determinó la diferencia entre el área inicial y el área final. Se realizaron 5 repeticiones.

Análisis de las Variables

Para evaluar los resultados obtenidos en los distintos tratamientos se procedieron a realizar análisis descriptivos y cuantitativos según la variable estudiada, a saber:

1. Análisis Descriptivo

Se describió el desarrollo fenológico del cultivo y la sobrevivencia de los distintos tratamientos a través de gráficas que permitieron la comparación entre los mismos.

2. Análisis Cuantitativo

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos del análisis de la varianza, y a fin de identificar las posibles diferencias entre genotipos, considerándose estadísticamente significativo los valores de p menores que 0,05 y altamente significativo valores de p menores a 0,01, se realizó el análisis de la varianza por ambiente según el diseño de grandes parcelas sin repetición, para las variables cuantitativas siguientes:

- Rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)
- Área final (m^2) de la unidad de observación
- Número total de plantas a cosecha, expresado en $\text{plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$
- Número total de bulbos por unidad de observación
- Porcentaje de bulbos comerciales (suma de bulbos pequeños, medianos y grandes) en cuanto al total de bulbos de la unidad de observación
- Porcentaje de plantas sin bulbos, en cuanto a número
- Porcentaje de plantas con bulbillos, en cuanto a número
- Porcentaje de bulbos podridos, en cuanto a número
- Porcentaje de bulbos pequeños, medianos y grandes, en peso y número

El modelo lineal aditivo corresponde al análisis de la varianza para el modelo del diseño completamente aleatorizado con más de una observación por celda, como sigue:

$$Y(ij) = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} + \delta(ij)$$

Con:

$$i = 1, 2, \dots, k$$

$$j = 1, 2, \dots, r$$

$$l = 1, 2, \dots, m_i$$

Dónde:

$Y(ij)$: la observación correspondiente a la l -ésima muestra dentro del i -ésimo tratamiento en su j -ésima observación.

μ : media general.

T_i : efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} : efecto aleatorio asociado a la observación j -ésima del i -ésimo tratamiento.

$\delta(ij)$: efecto aleatorio asociado a la l -ésima muestra, dentro del i -ésimo tratamiento en su j -ésima observación.

Y el análisis de varianza siguiente:

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Factor A: Genotipos	$\sum_{i=1}^a \frac{(y_{j.})^2}{a}$	$Gla = a - 1$	$CMA = \frac{SCA}{gla}$	$\frac{CMA}{CMD}$
Error Experimental	SCD= SCT - SCA	$Gld = (a-1)(b-1)$	$CME = \frac{SCE}{gle}$	
Total	$\sum_{i=1}^a y_{ij}^2 - \frac{(y_{..})^2}{a}$	$Glt = ab - 1$		

3. Análisis Cuantitativo Combinado (Interacción Genotipo x Ambiente)

Considerando el cociente de los cuadrados medios del error de cada análisis de varianza por ambiente y para cada característica cuantitativa evaluada, se realizó la prueba de homogeneidad de varianza (Gómez y Gómez, 1984), se consideró que las

varianzas eran homogéneas cuando la razón de varianzas fuera inferior a 4. De acuerdo con este criterio, para aquellas variables que cumplieron con la homogeneidad de varianza, se realizó el análisis de varianza (ANAVAR) combinado considerando genotipo y ambiente (método de siembra y unidad de producción), para evidenciar la significación estadística de cada efecto principal y su interacción. Finalmente, se efectuó la prueba de comparación entre medias, según el método de mínima diferencia significativa (DSM) a fin de identificar el mejor ambiente por genotipo.

El modelo lineal para el análisis combinado se presenta a continuación:

$$y_{ijkl} = \mu + A_j + R_{j(i)} + T_l + (TA)_{jl} + E_{ijkl}$$

Y_{ijkl} : observación hecha en el tratamiento 1 de la unidad de observación j en el ambiente i .

μ : media general o efecto común a todos los tratamientos en todas las observaciones.

A_j : efecto del i -ésimo ambiente. $i = 1, 2, 3$

$R_{j(i)}$: efecto de la j -ésima observación en el i -ésimo ambiente. $j = 1, 2; i = 1, 2, \dots, 6$

T_l : efecto del l -ésimo tratamiento. $l = 1, 2$

$(TA)_{jl}$: efecto de la interacción entre el i -ésimo ambiente y el l -ésimo tratamiento.

ϵ_{ijkl} : error experimental.

Socialización de los Resultados Obtenidos

Después de analizar los resultados obtenidos, con el apoyo de la empresa Agrícola Tanausú C.A., se extendió una invitación a los productores de cebolla de la zona incluyendo a los productores Domingo Pérez y José Gudeno, para la realización de un Día de Campo, el cual se realizó el día 25 de Julio de 2013, en la unidad de producción del Sr. José Gudeno.

Durante la actividad se presentaron los resultados obtenidos, en forma descriptiva y abarcando aspectos del manejo agronómico, en función a los métodos de siembra y los cultivares evaluados.

Además, en esta actividad estuvieron presentes representantes de la empresa Agrícola Tanausu C.A (Ing. Pedro López e Ing. Juan Carlos Jiménez), especialistas en el área de hortalizas y semilla (Prof. Humberto Moratinos), suelos (Prof. Roberto Villafañe), y mejoramiento genético (Prof. Catalina Ramis), de la Facultad de Agronomía, UCV, estudiantes, técnicos e ingenieros agrónomos, lo cual permitió realizar una discusión y la formulación de algunas recomendaciones útiles, a fin de mejorar la producción en la zona de Guacara del estado Carabobo (Figura 10).

Con el propósito de incluir las consideraciones propias de los productores en cuanto a los resultados observados, los aspectos más relevantes de la discusión efectuada en ese contexto serán señalados en distintos puntos de la discusión de los resultados.



Figura 10. Presentación preliminar de resultados en la finca del productor José Gudeno. Imagen de la Izquierda: Representantes de la empresa Agrícola Tanausu C.A. y profesores de la Universidad Central de Venezuela. Imagen derecha: Productor José Gudeno e investigadores.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Análisis Descriptivo

A. Sobrevivencia

En la fase de almácigo, para el método por trasplante, se observa una reducción de hasta el 44% de las plantas emergidas para Campo Lindo y 42% para Century en la unidad de producción del Sr. José Gudeno mientras que para la unidad de producción del Sr. Domingo Pérez Campo Lindo presento una reducción del 50% y Century un 56,64% (Figura 11 y 12). Estos resultados son similares a los indicados por Aljaro, *et al* (2009) donde establece pérdidas del 45% en almácigos.

Lipinski, *et al.* (2002) menciona que la cebolla tiene un arraigamiento superficial, de manera que con distintas densidades de siembra se puede inducir, en determinados estados de crecimiento y desarrollo, una competencia diferencial por los nutrientes, el agua del suelo, la luz y el espacio físico, especialmente en los almácigos donde las densidades son muy altas. Aunado a ello, factores ambientales como la alta humedad relativa propicia un microclima ideal para el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas

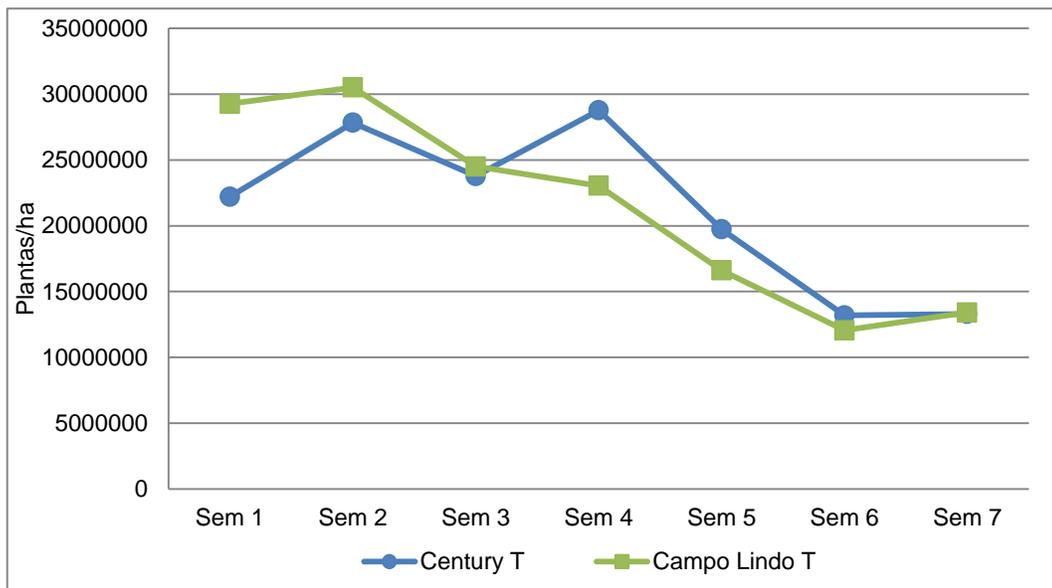


Figura 11. Número de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) medida en plantas.ha⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en semilleros en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=Trasplante).

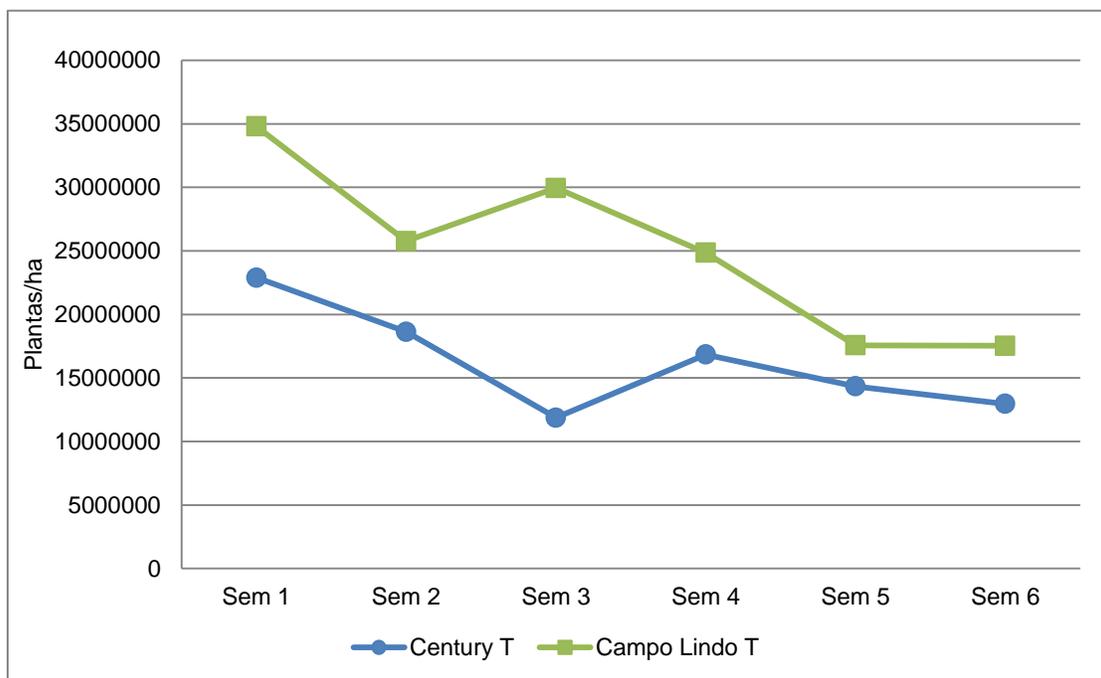


Figura 12. Número de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) medida en plantas.ha⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en semilleros en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=Trasplante).

Una vez trasplantado en campo, en la semana 8 después de siembra, las densidades vuelven a ser las deseables para el método de trasplante, sin embargo, ocurre una disminución en el número de plantas durante las semanas 8 y 9 después de siembra, debido a las fuertes precipitaciones ocurridas en esos períodos (63,1 y 53,7mm respectivamente) (Figura 15). Aun así la sobrevivencia fue mayor con el método de trasplante el cual presentó pérdidas de 41% para Century y 20,32% para Campo Lindo en la unidad de producción de Domingo Pérez y un 20,85% de pérdida para Century y 52,09% para Campo Lindo en la unidad de producción de José Gudeno.

En siembra directa la pérdida fue de un 72% de las plantas para Campo Lindo y un 88,44% para Century en la unidad de producción del Sr. Domingo Pérez y 100% para Century y Campo Lindo en la unidad de producción de del Sr José Gudeno (Figura 13 y 14). Estas diferencias pueden deberse a que en el método tradicional, cuando son trasplantadas en campo ya tienen un tamaño que les permite soportar mejor las precipitaciones y la competencia con las malezas, además de presentar mayor uniformidad en cuanto al número de plantas por m².

En el caso de siembra directa las pérdidas fueron principalmente en la fase de establecimiento, y esto se debió a las fuertes precipitaciones, que tan solo en las primeras 3 semanas de establecimiento alcanzaron los 215,2 mm (Figura 15).

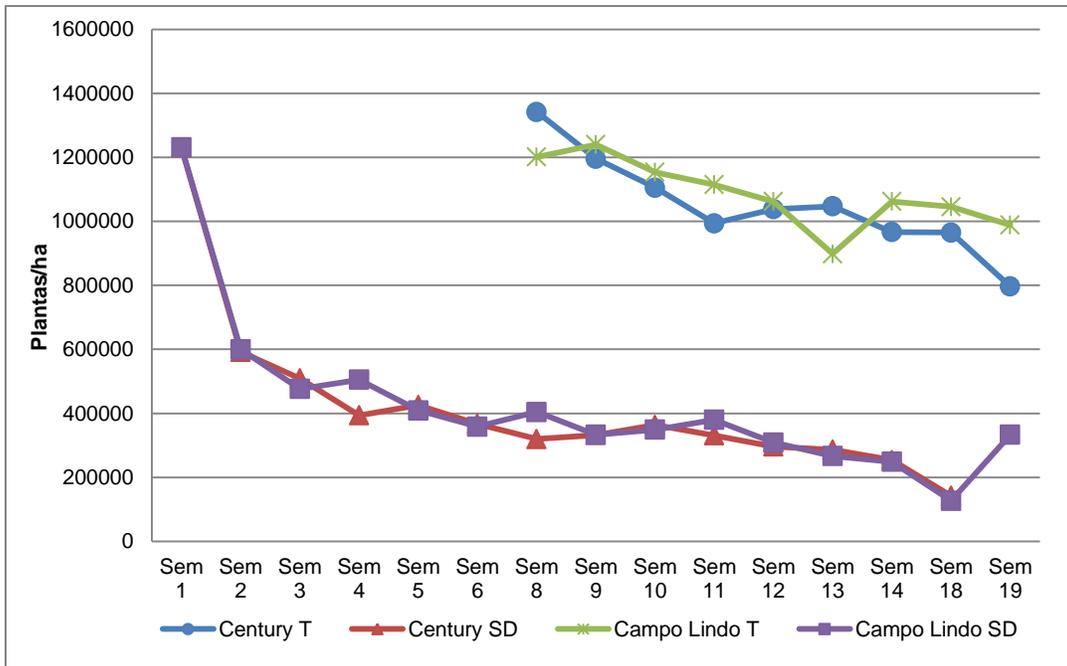


Figura 13. Número de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) medida en plantas.ha⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

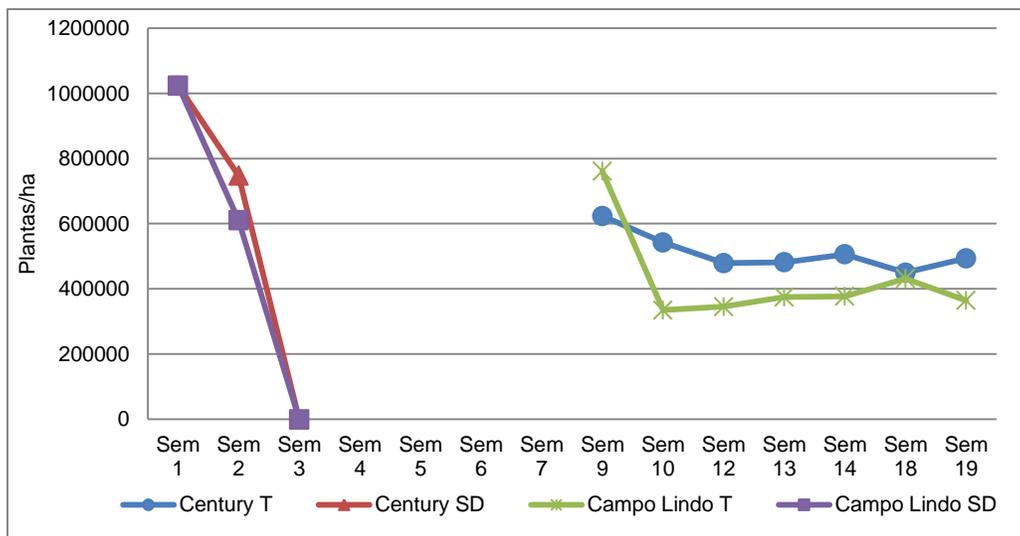


Figura 14. Número de plantas de cebolla (*Allium cepa* L.) medida en plantas.ha⁻¹ para los híbridos Century y Campo Lindo en trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

El comportamiento de los dos híbridos en cada método de siembra fue similar, pues el factor que afectó mayormente la sobrevivencia fue un componente ambiental y no genético. Las mayores pérdidas registradas fueron debido a que los picos máximos correspondieron a etapas delicadas del cultivo como los son la siembra para ambos métodos y el trasplante en el caso de la siembra tradicional (Figura 15 y 16).

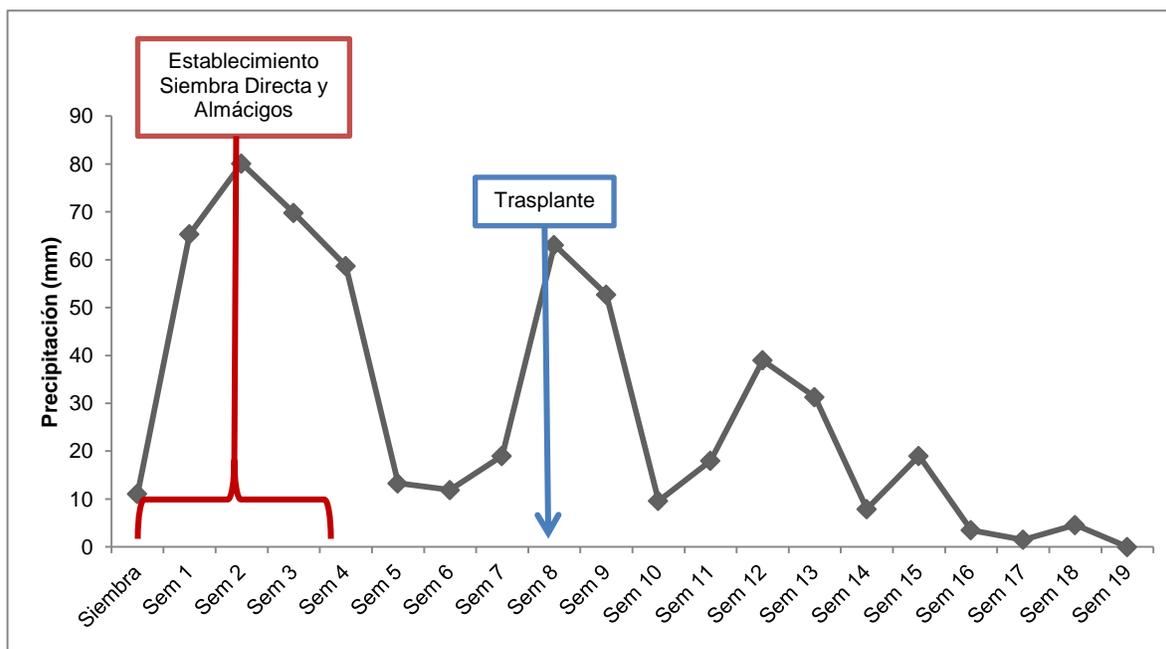


Figura 15. Comportamiento de la precipitación (mm) en la estación Samán Mocho, ubicado en el estado Carabobo, para las semanas correspondientes a los meses de julio a diciembre 2012, indicando las fases del cultivo. Fuente: USICLIMA, UCV. (Sem= semana)



Figura 16. Erosión y pérdidas de plantas ocasionada por fuertes precipitaciones en la fase de establecimiento bajo el método de siembra directa, en la finca del productor Domingo Pérez, ubicada en Guaraca, estado Carabobo.

Sin embargo, los descensos más drásticos de población fueron registrados en siembra directa con la pérdida de casi el 50% durante las primeras semanas, en la finca del Sr. Domingo Pérez, mientras que en la finca del Sr. José Gudeno las pérdidas fueron del 100% de tal manera que el productor decidió pasar rastra al terreno y darle un uso diferente (Figura 17). Por tal razón, las siguientes evaluaciones no incluyen el ambiente siembra directa en la unidad de producción del Sr. José Gudeno.



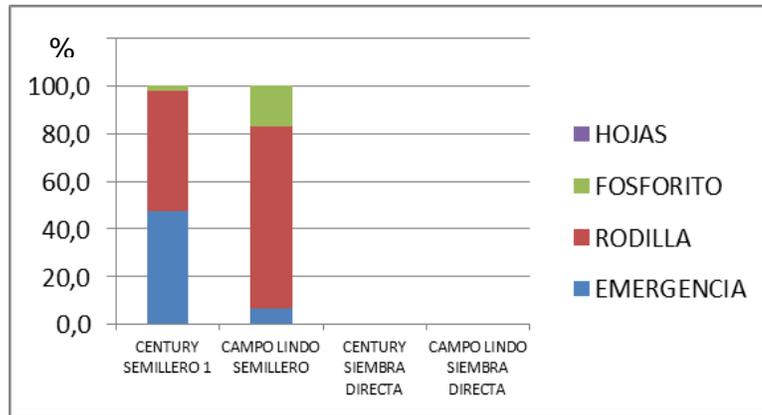
Figura 17. Pérdida total del ensayo de siembra directa ocasionada por fuertes precipitaciones en la fase de establecimiento del cultivo, en la finca del productor José Gudeno, ubicada en Guacara, estado Carabobo.

B. Desarrollo Fenológico

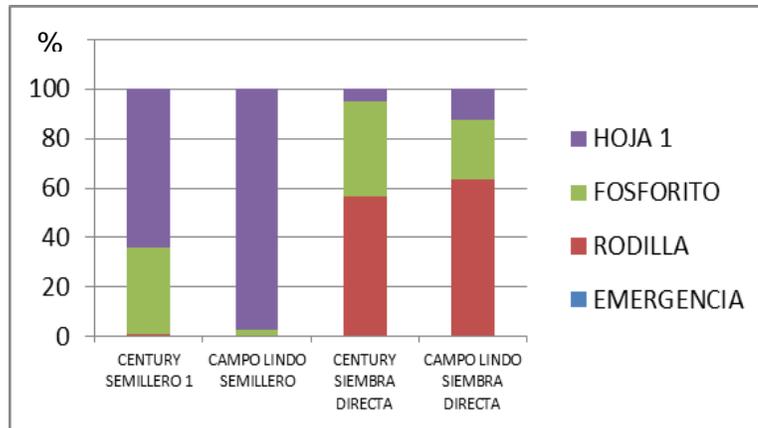
1. Establecimiento

En la Figura 18 se presentan las fases fenológicas de emergencia, rodilla, fosforito y hojas verdaderas del cultivo de cebolla para cada cultivar y método de siembra, en la unidad de producción del Sr. Domingo Pérez, durante las tres primeras semanas. En la misma se observa un desarrollo inicial más rápido en el cultivar Campo Lindo, y un atraso en la emergencia de las plántulas para el método de siembra directa. Efectivamente, durante la primera semana no se observaron plántulas en el método de siembra directa en ninguno de los cultivares, a diferencia de la siembra en semilleros.

A. Semana 1



B. Semana 2



C. Semana 3

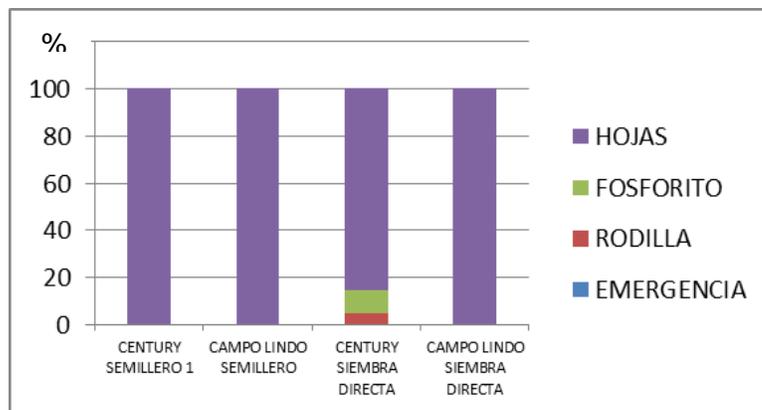


Figura 18. Fases del establecimiento (emergencia, rodilla, fosforito y hojas verdaderas) de los cultivares de cebolla, Century y Campo Lindo, bajo siembra directa y trasplante en la unidad de producción del Sr. Domingo Pérez, municipio Guacara del estado Carabobo.

La misma tendencia se observó en la unidad de producción del Sr. José Gudeno (Figura 19). Aunado a esto, para la semana 3 las fuertes precipitaciones ocasionaron la pérdida total del ensayo con siembra directa del Sr. José Gudeno.

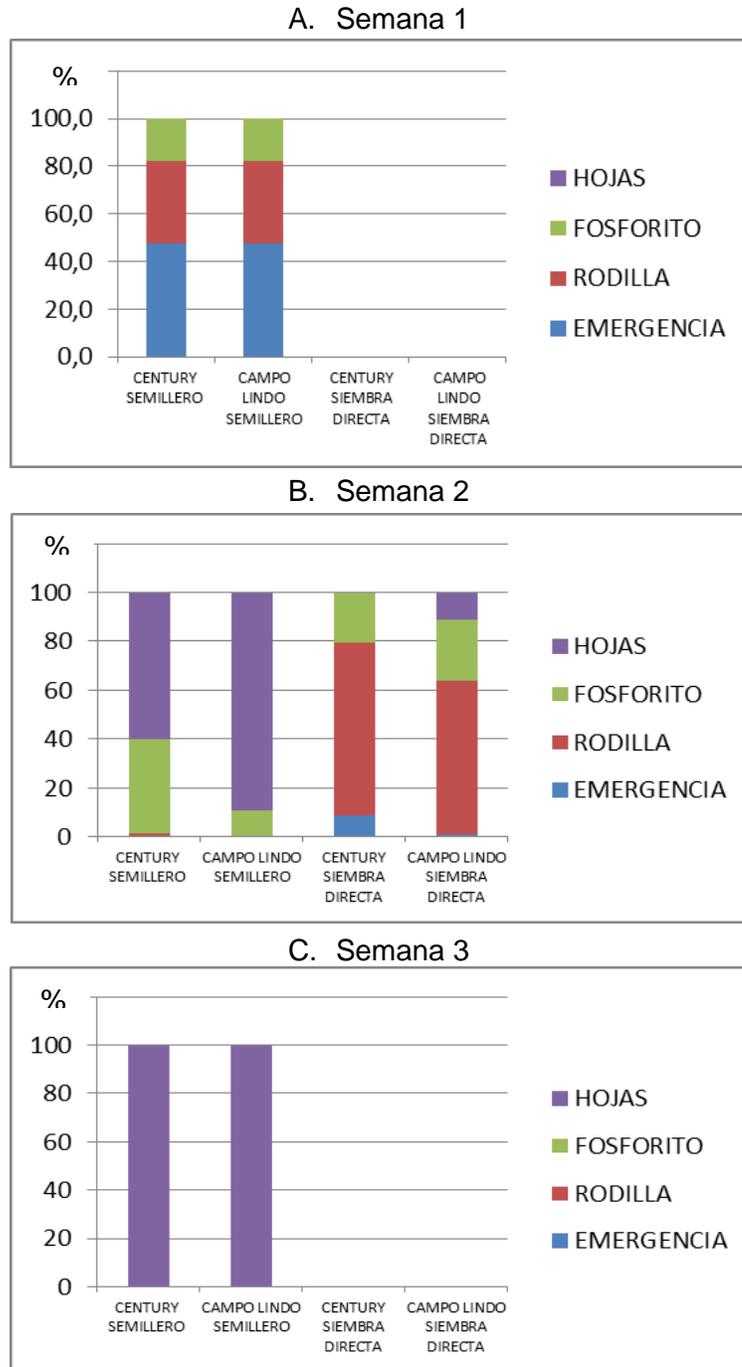


Figura 19. Fases del establecimiento (emergencia, rodillo, fosforito y hojas verdaderas) de los cultivares de cebolla, Century y Campo Lindo, bajo siembra directa y trasplante en la unidad de producción del Sr. Gudeno, municipio Guacara del estado Carabobo.

La tendencia mostrada en ambas unidades de producción puede ser explicado por las condiciones a las que está expuesta la semilla al momento de emerger en función del método de siembra (Brewster, 2001). En el caso de siembra directa, la sembradora neumática cubre la semilla y la presiona con un rodillo formando una capa compacta, que al llover forma un sello y al secar una costra, lo cual crea una barrera física para la emergencia de la plántula (Figura 20).

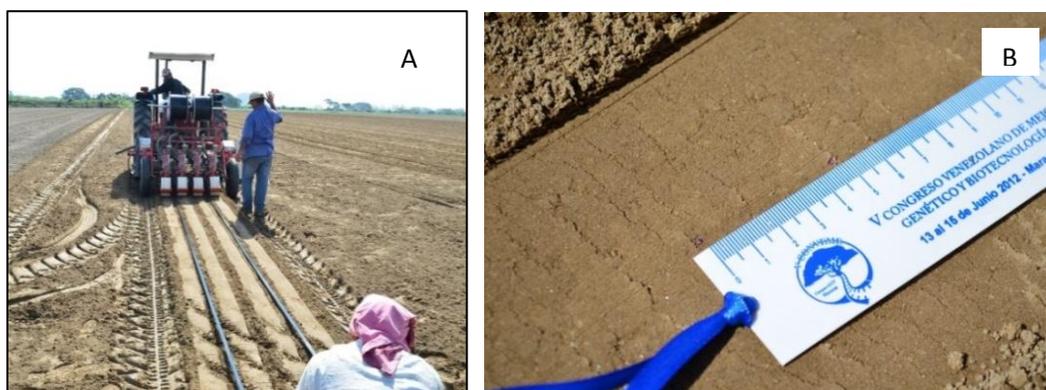


Figura 20. Siembra directa en cebolla (*Allium cepa* L.) donde se observa como los rodillos de la sembradora neumática presionan el suelo creando una barrera que retarda la emergencia (A). Vista ampliada de la compactación del suelo (B).

En los semilleros utilizados en el método de trasplante, las semillas fueron colocadas en camas y se le agregó una fina capa de suelo de forma manual sin presionar el terreno, brindándole mejores condiciones para su germinación. Además, se le colocó una malla rafia o sacos de plásticos durante la primera semana para protegerla de las lluvias evitando la formación de una capa compacta, que también favoreció la emergencia de las plántulas (Figura 21).



Figura 21. Semilleros de cebolla (*Allium cepa* L.) donde se observa cómo se agregan una fina capa de suelo sobre las semillas sin presionar el terreno (A) y la malla que se coloca sobre las camas a fin de protegerlas de las lluvias (B).

2. Desarrollo de la Planta

a. **Altura de Planta:** Para la variable altura de planta se observaron alturas similares entre los cultivares pero diferentes entre métodos de siembra en ambas localidades (Figuras 22 y 23).

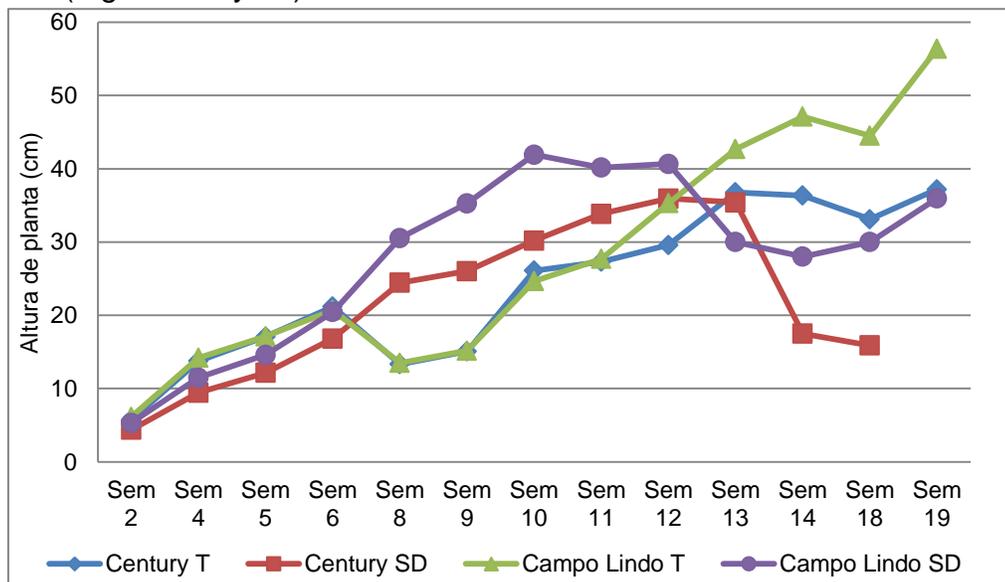


Figura 22. Altura de planta en cebolla (*Allium cepa* L.) medida en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

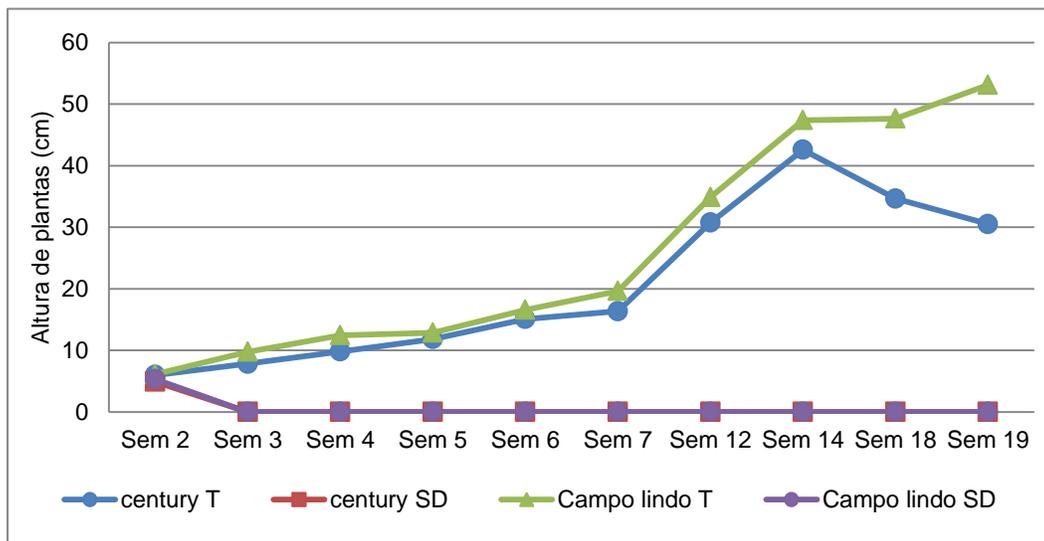


Figura 23. Altura de planta en cebolla (*Allium cepa* L.) medida en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

Para el método de siembra convencional o de trasplante en ambos cultivares se observó un crecimiento constante y similar al método de siembra directa hasta la semana 8, cuando se realizó el trasplante. Esto se debe a que al arrancar las plántulas del semillero se ocasiona un daño y estrés en las raíces, adicionalmente, se acostumbra realizar un corte del follaje para evitar la alta transpiración de las hojas y facilitar la actividad del trasplante (Carrillo, 1985) (Figura 24). Esto supone un retardo en el desarrollo y formación de nuevas hojas.



Figura 24. Enfardado y corte de hojas en plántulas de cebolla (*Allium cepa* L.) para su posterior trasplante bajo método de siembra tradicional en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo.

En el método de siembra directa el crecimiento y desarrollo del follaje fue continuo, alcanzando una altura máxima y luego un descenso a medida que el ciclo vegetativo finaliza, cuando las hojas se van doblando como indicativo del cese de producción de hojas y punto de cosecha fisiológica. Para todos los tratamientos, el híbrido Campo Lindo presento la mayor altura.

b. Diámetro del Pseudotallo: Para la variable diámetro del pseudotallo se presentaron tendencias muy similares para los cultivares Century y Campo Lindo dentro de cada método de siembra (Figuras 25 y 26).

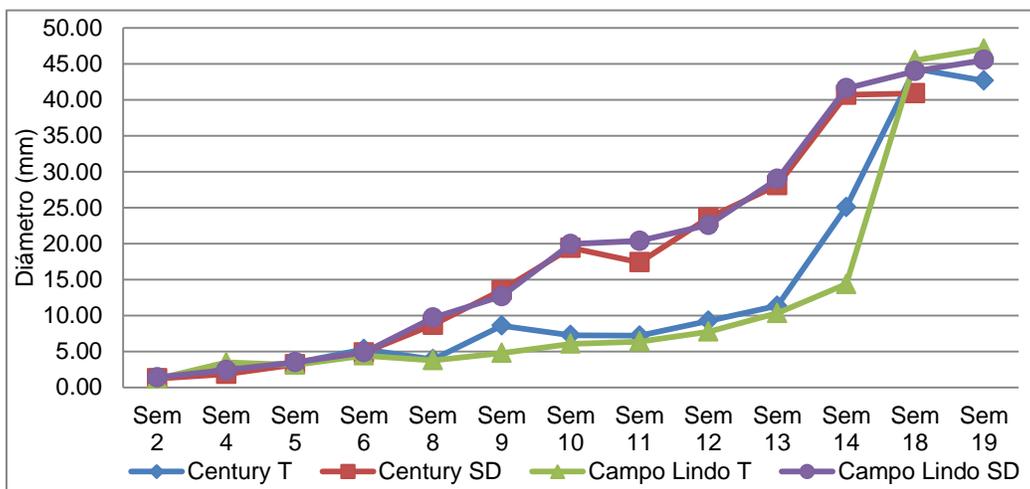


Figura 25. Diámetro del pseudotallo en cebolla (*Allium cepa* L.) medido en milímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

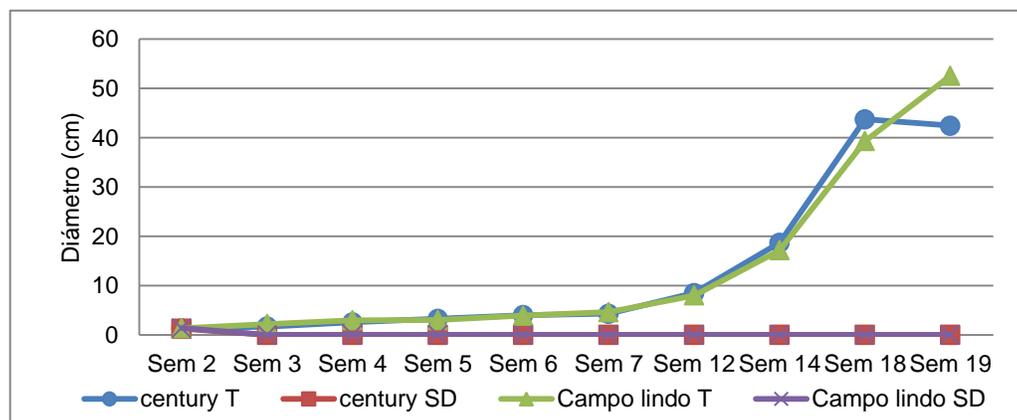


Figura 26. Diámetro del pseudotallo en cebolla (*Allium cepa* L.) medido en centímetros para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

En el método convencional o de trasplante para la localidad del Sr. Domingo Pérez se observó un desarrollo lento para ambos híbridos hasta la semana 13 (91 días), donde Century inició la bulbación, es decir, cuando el 30% de plantas presentaron bulbillo, mientras que para Campo Lindo el inicio de bulbación ocurrió en la semana 14 (98 días).

Este comportamiento se debe a que la bulbación es inducida principalmente por factores climáticos, como la temperatura y el fotoperiodo (Brewster, 2001). Así, siendo Century un híbrido de día corto presentó un desarrollo más precoz que Campo Lindo que es un híbrido de días intermedios. Esto se vio reflejado, no solo en las diferencias de días en que alcanzan el inicio de bulbación, sino también a final de ciclo, donde Century cesa el desarrollo del bulbo, mientras que Campo Lindo continuó aumentando.

En la localidad del Sr. José Gudeno el diámetro del pseudotallo fue muy similar en ambos híbridos. El inicio de bulbación fue alcanzado en la semana 14 (98 días). Sin embargo, al final del ciclo, para las semanas 18 y 19 (126-133 días) Campo Lindo superó a Century, quien presentó un cese en el crecimiento del bulbo

En el caso de siembra directa ambos híbridos alcanzaron el inicio de bulbación entre las semanas 9 y 10 (63 – 70 días), mucho antes que en el método de trasplante. Esto puede ser explicado por la formación constante de hojas que mantienen las plantas bajo siembra directa, mientras que en trasplante, el corte de las hojas retarda su crecimiento y desarrollo. Para el método de siembra directa el híbrido Campo Lindo también continuó desarrollándose y aumentando en diámetro para la semana 19 (133 días), mientras que para Century mantuvo un diámetro constante a partir de la semana 14 (98 días).

Esto concuerda con los resultados obtenidos por Rondón, *et al.* (1996) donde señalan que la duración de las fases fenológicas es diferente según el método de siembra utilizado. Así, para siembra directa, el inicio del llenado del bulbo ocurrió antes que en el trasplante; este atraso se relaciona con el estrés causado por el cambio del semillero al lugar definitivo y la adaptación al mismo.

c. Número de Hojas: El número de hojas final fue mayor en el método de siembra de trasplante. Se observó una ligera disminución del número de hojas durante la semana 8 (semana que coincide con el trasplante) ya que las hojas fueron cortadas. Posteriormente las plantas comienzan un proceso de adaptación e inician nuevamente la emisión foliar (Figuras 27 y 28).

Durante las semanas 11 y 14 los dos híbridos mostraron una reducción en el número de hojas. Esto puede ser explicado por las precipitaciones ocurridas durante esas semanas, trayendo como consecuencia la proliferación de pudriciones a nivel foliar. Desde la semana 15 en adelante los dos híbridos comenzaron a aumentar el número de hojas para todos los tratamientos. Campo Lindo presentó una mayor cantidad de hojas con respecto a Century, posiblemente debido a que Century es de ciclo más corto que Campo Lindo y alcanza más rápido el punto de madurez de cosecha en el cual pierden sus hojas.

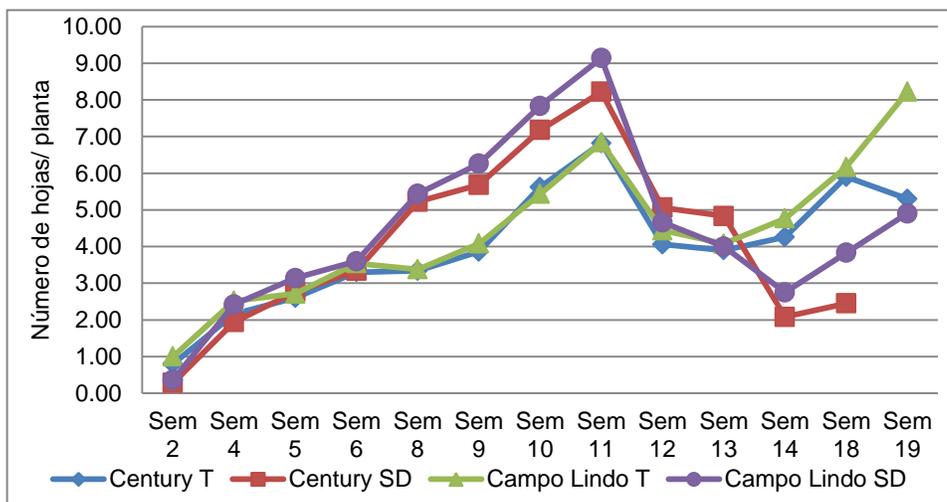


Figura 27. Número de hojas en cebolla (*Allium cepa* L.) para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. Domingo Pérez, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

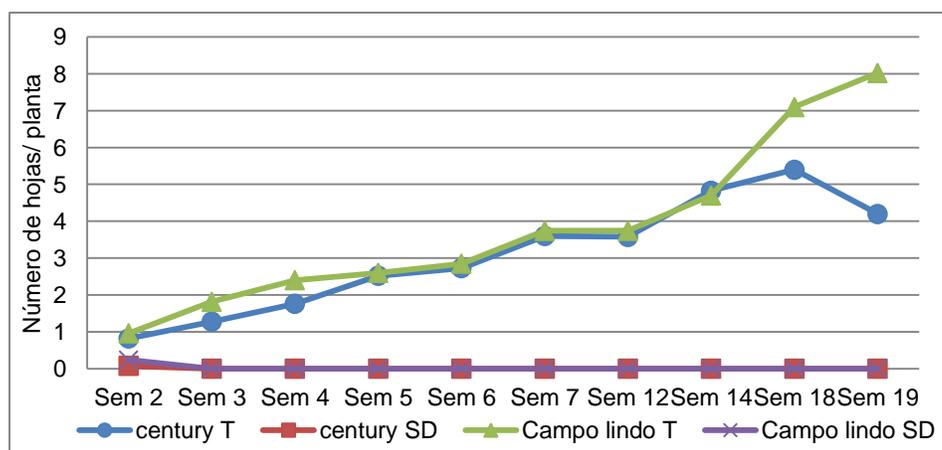


Figura 28. Número de hojas en cebolla (*Allium cepa* L.) para los híbridos Century y Campo Lindo bajo siembra directa y trasplante en la finca del Sr. José Gudeno, ubicada en el Municipio Guacara del Estado Carabobo. (Sem=semanas, T=trasplante y SD= siembra directa).

2. Análisis Cuantitativo

Una vez verificado los supuestos del diseño, se realizaron análisis de la varianza para aquellas variables que permitieron determinar el comportamiento de los tratamientos bajo los 3 ambientes evaluados, a saber, el rendimiento, medido en Kilogramos por hectárea y sus componentes (número de plantas por hectárea, número de bulbos totales, área final de la unidad de observación), pérdidas del rendimiento causada por la ocurrencia de plantas sin bulbificar, plantas con bulbillo y bulbos podridos, y finalmente la validez del producto, la cual fue evaluada por medio de la variable tamaño del bulbo.

Rendimiento y sus Componentes

Como se muestra en los cuadros 4, 5 y 6, existen diferencias estadísticamente significativas para el rendimiento entre genotipos en los ambientes 1 y 2, así como para la variable % de bulbos comerciales. Por otro lado, en el ambiente 3 solo las variables número de plantas/ha. y número de bulbos totales presentaron diferencias altamente significativas entre genotipos. Cabe destacar que cuando el cuadrado medio del error experimental es mayor que el de genotipo no se pueden establecer diferencias y por ende los resultados no son concluyentes, ese fue el caso de las variables rendimiento y área final para el ambiente 3.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra directa del productor Domingo Pérez.

F.V.	g.l.	Rend (kg/ha)	Área final (m ²)	NP	NTB	Bulbos Comerciales (%)
Genotipo	1	168028693,989*	0,567 **	13873099681,32 ns	6051,6*	1025,602**
Error	8	16525216,88	0,033	4118497908	878,75	81,392
Total	9					
C.V. (%)		55,25	3,59	33,59	37,43	13,8
Skewness		1,3224	0,4185	1,2363 ns	1,0159	-1,1296ns
Kurtosis		0,8739	-1,521	1,8349 ns	0,8989	1,7017ns
Bartlett χ^2		6,756 **	1,693**	1,538 *	1,285	2,77**

Leyenda: Rend=rendimiento (kg.ha⁻¹), NP=número de plantas por ha., NTB=número total de bulbos.

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra por trasplante del productor Domingo Pérez.

F.V.	g.l	Rend (kg/ha)	Área final (m ²)	NP	NTB	Bulbos Comerciales (%)
Genotipo	1	466852594,904*	0,001	31627734516,3 ns	5941,406ns	67,261*
Error	8	45972416,85	0,026	8.322.017.085,78	1460,219	7,138
Total	9					
C.V. (%)		25,63	3,69	18,88	18,84	2,9
Skewness		0,5814	0,1825	-0,0402 ns	0,1331	-1,2826*
Kurtosis		-1,328	1,152	-1,8495 ns	-1,6956	2,0730ns
Bartlett χ^2		3,161 **	2,809 **	0,102 ns	0,95	1,720**

Leyenda: Rend=rendimiento (kg.ha⁻¹), NP=número de plantas por ha., NTB=número total de bulbos.

Cuadro 6. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes bajo siembra por trasplante del productor José Gudeno.

F.V.	g.l.	Rend (kg/ha)	Área final (m ²)	NP	NTB	Bulbos Comerciales (%)
Genotipo	1	3315530,625	0,027	59935789008,99 **	4972,9**	19,354ns
Error	8	10392077,16	0,071	4622107177	247,15	17,875
Total	9					
C.V. (%)		28,98	8,47	23,83	18,43	4,55
Skewness		0,224	-0,4859	0,8866 ns	0,3065	-0,5881ns
Kurtosis		-1,058	0,866	1,0028 ns	-0,3587	-0,3172ns
Bartlett χ^2		1,599 **	0,579	1,125 ns	0,26	0,861ns

Leyenda: Rend=rendimiento (kg.ha⁻¹), NP=número de plantas por ha., NTB=número total de bulbos.

Después de realizar el análisis de varianza por ambiente se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianza de Gómez y Gómez (1984) para determinar que ambientes se pueden incluir en un análisis de la varianza combinado considerando genotipo y ambiente (método de siembra y unidad de producción), para evidenciar la significación estadística de cada efecto principal y su interacción.

En el cuadro 7 se presenta el análisis de la varianza aproximado para la variable Rendimiento y sus componentes. Para este análisis se decidió evaluar solamente la interacción entre los efectos principales (ambiente y genotipo), donde efectivamente se

observaron diferencias significativas para todas las variables. En vista de ello, se efectuó una prueba de comparación entre medias, según el método de mínima diferencia significativa (DSM) a fin de identificar el mejor ambiente por genotipo.

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de la varianza combinado aproximado para para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes.

F.V.	g.l.	Rend (kg/ha)	Área Final (m ²)	NP	NTB	Bulbos Comerciales (%)
Ambiente	2	1023011550,361**	9,128**	221984021085,554 **	48594,327**	2460,575**
Error	12	21987533,376	0,058	6.514.041.423,43	955,548	32,759
Genotipo	1	441416038,949**	0,13*	860.488.854,54	2371,852ns	663,815**
GxA	2	98390390,284*	0,233**	52288067176,036 **	7297,027**	224,201*
Error	12	26605607,22	0,029	4.861.039.970,24	768,531	38,178
Total	29					
C.V. (%)		34,44	4,03	21,79	22,64	7,4

Leyenda: Rend=rendimiento (kg.ha⁻¹), NP=número de plantas por ha., NTB=número total de bulbos.

En el cuadro 8 se muestra la prueba de medias para las variables rendimiento y sus componentes. El mejor rendimiento se presentó en la localidad del Sr. Domingo Pérez bajo el método de trasplante con el híbrido Campo Lindo donde el área inicial y final de la unidad de observación se mantuvieron similares. Cabe destacar que para el método de trasplante los rendimientos fueron superiores en comparación al método de siembra directa. Aun así, para siembra directa los mejores rendimientos se obtuvieron con el híbrido Campo Lindo. Es importante destacar que el rendimiento *persé* es un reflejo de los componentes de rendimiento y por ende, para casi todas las variables los ambientes que presentaron mejores rendimientos, mostraron resultados favorables para sus componentes.

En cuanto al área final de la unidad de producción (m²), se presentaron algunas variaciones con relación al área inicial. Partiendo de que la unidad de observación inicial fue de 4,4 m², los mejores resultados se obtuvieron en el método de trasplante de la localidad del Sr. Domingo Pérez, ya que, aun cuando son de la clase AB dentro de la evaluación entre medias, su área final fue muy similar al área inicial. Normalmente se esperaría que ocurriera una disminución en la unidad de observación debido a la

erosión de la misma, a causa de las fuertes precipitaciones, generando pérdidas económicas puesto que ocasiona la muerte de plantas y reduce el área de siembra efectiva, y también por causas de las prácticas agronómicas inadecuadas, como por ejemplo, la utilización de camas de siembra muy elevadas, las cuales son más vulnerables a la erosión, como sucedió en la localidad del Sr. José Gudeno bajo siembra por trasplante.

Sin embargo, para la localidad del Sr. Domingo Pérez bajo el método de siembra directa se observaron datos atípicos en los cuales se muestra un incremento del área final de la unidad de observación, lo cual pudiera ser atribuido a ciertas prácticas agronómicas, como el pase de cultivadoras para la eliminación de malezas entre las camas. Estos pases generaban la destrucción de los márgenes de las planchas de siembra, alterando no solamente el ancho de las mismas, contribuyendo incluso a aumentarlas, sino también causando la eliminación de plantas en los bordes.

Cuando se mantiene el área inicial durante todo el ciclo, se mantienen las densidades de siembra utilizadas y por ende se obtiene una mayor producción de bulbos. Caso contrario cuando varía el área final por unidad de observación, bien sea por aumento o disminución de la misma, su consecuencia directa e inmediata es la pérdida de plantas y por ende reducción en la producción. Esto se ve reflejado en la variable número de plantas/ha. y número total de bulbos por unidad de observación. Aquellos ambientes que mantuvieron la misma área de siembra, son los que presentan mayor cantidad de plantas/ha. y bulbos totales, a saber, la localidad del Sr. Domingo Pérez con el método de trasplante independientemente del híbrido utilizado.

Cabe destacar que aunque los menores rendimientos fueron observados en el sistema de siembra directa, el híbrido Campo Lindo presentó un mejor comportamiento para todos los componentes de rendimiento evaluados. Del total de bulbos cosechados, los mayores % de bulbos comerciales se observaron en el método de trasplante, independientemente de la localidad y el híbrido utilizado, concordando así con lo mencionado por Brewster (2001) donde existe un mayor riesgo de tener una cosecha desuniforme para siembra directa son aún mayores, en comparación con el método de trasplante donde la uniformidad de bulbos es mayor.

Los productores de la zona conocen el comportamiento de estas variables, sin embargo desconocen con certeza los factores que pueden estar influyendo sobre ellas. Durante la discusión realizada en el contexto del día de campo, la mayoría de los productores concordaban en que la disminución en las densidades de plantas obtenidas para cosecha era una de las principales limitantes que afectaban el rendimiento, para lo cual ellos proponen aumentar las densidades de siembra iniciales.

Por supuesto, un aumento en las densidades de siembra tendrá un efecto negativo debido a la competencia generada por una sobrepoblación, además Brewster (2001) señala que las densidades de siembra influyen en el tamaño del bulbo, a altas densidades menores tamaños y viceversa, lo cual influye de manera directa en los rendimientos obtenidos.

La correcta selección del método de siembra junto con el cultivar indicado según la fecha de siembra es la mejor solución para dicha problemática. Así, para el ciclo Julio a Diciembre 2012, período en el cual fue llevado a cabo este ensayo, el método de trasplante representa la mejor alternativa para los productores así como el uso del híbrido Campo Lindo.

Cuadro 8. Prueba de comparación entre medias del análisis combinados para las variables cuantitativas de rendimiento y sus componentes.

Ensayos		Rend. (kg.ha ¹)	Área final m ²	NP	NTB	%BCOM					
Ambiente	Genotipo										
Siembra Directa DP	Century	3.259,13	C	5,28	A	154083,03	C	54,6	C	55,26	C
Siembra Directa DP	Campo Lindo	11.457,39	BC	4,8	A	228576,25	BC	103,8	BC	75,52	B
Trasplante DP	Century	19.620,97	AB	4,39	AB	426956,606	A	178,5	AB	89,52	A
Trasplante DP	Campo Lindo	33.286,29	A	4,37	AB	539433,688	A	227,25	A	94,72	A
Trasplante JG	Century	10.548,39	BC	3,1	B	362660,406	AB	107,6	BC	91,6	A
Trasplante JG	Campo Lindo	11.700,00	BC	3,21	B	207823,991	BC	63	C	94,37	A
Siembra Directa DP		7.358,26		5.037,00		191329,64		79,2		65,4	
Trasplante DP		26.453,63		4.383,00		483195,147		202,88		92,13	
Trasplante JG		11.124,19		3.155,00		285242,198		85,3		92,98	
	Century	11.142,83		4.257,00		314566,681		113,57		78,79	
	Campo Lindo	18.814,56		4.126,00		325277,976		131,35		88,21	

Leyenda: Rend=rendimiento (kg.ha⁻¹), NP=número de plantas por ha., NTB=número total de bulbos, DP= Domingo Pérez, JG=José Gudeno.

Pérdidas del rendimiento

Se espera que todas las plantas cosechadas, tengan bulbos de tamaño comercial, sin embargo, esto no siempre es así, también se presentaron plantas que no bulbificaron, plantas que presentaron bulbillos y otras que si bien produjeron bulbos de tamaño comercial fueron afectados por bacterias, ocasionando pudriciones en los mismos. En un intento por evaluar si las pérdidas observadas eran debido a estos factores se determinaron a nivel porcentual las cantidades de plantas con estas características una vez cosechada cada unidad de observación.

En los cuadros 9, 10 y 11 se presentan los cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables % de plantas sin bulbificar, % de plantas con bulbillos y % de bulbos podridos para cada ambiente. En los mismos se observan diferencias significativas para las variables % de plantas con bulbillo y % de bulbos podridos entre genotipos para los 3 ambientes. Sin embargo, a pesar de que los coeficientes de variación fueron muy altos en algunos ambientes y aceptables en otros, las tendencias para las variables son similares, demostrando que el diseño utilizado de grandes parcelas sin repetición permite establecer diferencias significativas entre los genotipos, concordando con lo observado por Machado (2000), pese a la alta variabilidad esperada entre observaciones para para este mismo diseño.

Cabe destacar que los altos coeficientes de variación obtenidos para estas variables evidencian un fuerte efecto ambiental sobre las mismas. Se ha descrito el efecto que distintos factores de manejo agronómico tienen sobre la bulbificación prematura de la cebolla haciendo que estas continúen desarrollando bulbillos, dejen de crecer o se inicie la dormancia del bulbo prematuramente, por ejemplo, una fecha de trasplante tardía, altas densidades en semilleros (Brewster, 2001) o un estrés por cambios abruptos en el ritmo de crecimiento debidos a sequías, falta o exceso de riego y daños mecánicos. Todas estas variables de manejo agronómico fueron llevadas por el productor y no fueron controladas por el diseño.

En vista de la gran extensión de las parcelas, se evidencia que las diferencias a nivel de microambientes afectan de manera importante el desarrollo de los bulbos. De

allí, la importancia de un buen manejo agronómico que permita disminuir tales variaciones dentro de la unidad de producción.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo siembra directa productor Domingo Pérez.

F.V.	g.l.	Bulbillo (%)	Sin Bulbificar(%)	Bulbos Podridos (%)
Genotipo	1	1370,177*	41,441ns	127,532*
Error	8	130,71	14,025	24,592
Total	9			
C.V. (%)		92,46	56,04	31,87
Skewness		1,5931	0,4836	0,314
Kurtosis		2,329	0,8086	-0,9427
Bartlett χ^2		15,073 **	0,769	0,83

Cuadro 10. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo trasplante productor Domingo Pérez.

F.V.	g.l.	Bulbillo (%)	Sin Bulbificar(%)	Bulbos Podridos (%)
Genotipo	1	3,762*	2,867ns	63,281**
Error	8	0,365	1,673	3,023
Total	9			
C.V. (%)		98,52	36,19	47,12
Skewness		98,52	1,8115 *	0,9763
Kurtosis		-0,6952	4,0652 **	0,1161
Bartlett χ^2		43,076 **	1,198	20,598 **

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento bajo trasplante productor José Gudeno

F.V.	g.l.	Bulbillo (%)	Sin Bulbificar(%)	Bulbos Podridos (%)
Genotipo	1	4,654**	23,087ns	49,657*
Error	8	0,412	11,247	6,081
Total	9			
C.V. (%)		94,13	96,04	86,67
Skewness		0,8263	2,1392 **	1,3858 *
Kurtosis		-1,3838	4,9988 **	1,2278
Bartlett χ^2		43,508 **	5,300 **	5,233 **

Aunque no se pudo realizar un análisis combinado para las variables que contribuyen a las pérdidas del rendimiento, en el cuadro 12 se presentan las medias obtenidas para los ambientes y los genotipos así como su interacción a fin de comentar las tendencias obtenidas. Es importante mencionar que las mayores pérdidas causadas por los altos % de plantas con bulbillo, de plantas sin bulbificar y de bulbos podridos son observadas en el método de siembra directa, y dentro de cada método de siembra, el híbrido Century mostro una mayor tendencia a formar plantas con bulbillo.

Cuadro 12. Cuadro de medias para las variables cuantitativas de pérdidas del rendimiento.

Ensayos		%PB	%PSB	%PBP
Ambiente	Genotipo			
Siembra Directa DP	Century	24,03	8,72	11,99
Siembra Directa DP	Campo Lindo	0,7	4,65	19,13
Trasplante DP	Century	1,23	3,04	6,21
Trasplante DP	Campo Lindo	0	4,11	1,17
Trasplante JG	Century	1,36	1,97	5,07
Trasplante JG	Campo Lindo	0	5,01	0,62
Siembra Directa DP		12,36	6,68	15,56
Trasplante DP		0,61	3,57	3,69
Trasplante JG		0,68	3,49	2,85
Century		8,87	4,58	7,76
Campo Lindo		0,23	4,59	6,97

Leyenda: PB= plantas con bulbillo, PSB= plantas sin bulbificar, PBP= plantas con bulbos podridos, DP= Domingo Pérez, JG=José Gudeno.

Calidad del producto

En el cultivo de cebolla, la calidad final del producto no solo viene dada por sus características fitosanitarias, también por su clasificación por tamaño lo cual determina en que mercado puede ser comercializado el producto. Cebollas más grandes son utilizadas para la agroindustria y consumo fresco para una clientela más exigente, mientras que los bulbos medianos y pequeños son comercializados a nivel local o a consumidores menos exigentes. Al momento de la cosecha el productor vende o comercializa su cebolla usando estándares de

tamaño y recibe mejores remuneraciones si la mayoría de los bulbos obtenidos son grandes y/o medianos.

Con el fin de evaluar la calidad del producto obtenido por cada genotipo en los distintos ambientes se realizó un análisis de la varianza aproximado para las variables % de bulbos pequeños, medianos y grandes en cuanto a número y peso observando diferencias significativas en cuanto a los cultivares utilizados para la mayoría de las variables como se puede ver en los cuadros 13, 14 y 15.

Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo siembra directa productor Domingo Pérez.

Fuente de variación	gl	%BPN	%BPP	%BMN	%BMP	%BGN	%BGP
Cultivares	(c-1) = 1	0.092**	0.042**	0.01ns	0,001	0.042**	0.056*
Error experimental	c(r-1) = 8	0,006	0,002	0,002	0,004	0,003	0,006
Total	(cr -1) = 9						
%CV		21,55	26,03	11,35	13,43	29,12	20,2
Skewness		-0.2801ns	-0.3051ns	0.2636ns	1,5149 *	0.3688ns	0.0147ns
Kurtosis		-1.1824ns	-0.9664ns	-0.4153ns	3.5615*	-0.9354ns	-0.5547ns
Bartlett χ^2		0.165ns	0.35ns	0.021ns	2.385**	0.143ns	0.015ns

Leyenda: BPN= Bulbos pequeños en cuanto a número, BPP= bulbos pequeños en cuanto a peso, BMN= bulbos medianos en cuanto a número, BMP= bulbos medianos en cuanto a peso, BGN= bulbos grandes en cuanto a número y BGP= bulbos grandes en cuanto a peso.

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo trasplante productor Domingo Pérez.

Fuente de variación	gl	%BPN	%BPP	%BMN	%BMP	%BGN	%BGP
Cultivares	(c-1) = 1	0,001	0.001ns	0.011*	0.010*	0.016*	0.007ns
Error experimental	c(r-1) = 8	0,002	0.002ns	0,002	0,001	0,002	0,001
Total	(cr -1) = 9						
%CV		33,85	47,86	6,94	7,91	15,09	7,64
Skewness		-0.3615ns	0.3056ns	0.1259ns	-0.111ns	0.2450ns	0.0632ns
Kurtosis		0.8708ns	0.9445ns	-0,6011ns	-1.6556ns	-2.1316ns	-2.1180ns
Bartlett χ^2		2.22**	1.401 ns	0.189ns	0.045ns	1.903**	0.088ns

Leyenda: BPN= Bulbos pequeños en cuanto a número, BPP= bulbos pequeños en cuanto a peso, BMN= bulbos medianos en cuanto a número, BMP= bulbos medianos en cuanto a peso, BGN= bulbos grandes en cuanto a número y BGP= bulbos grandes en cuanto a peso.

Cuadro 15. Cuadrados medios del análisis de la varianza aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo bajo trasplante productor José Gudeno.

Fuente de variación	gl	%BPN	%BPP	%BMN	%BMP	%BGN	%BGP
Cultivares	(c-1) = 1	0.005ns	0.003ns	0.105**	0.229**	0.155**	0.288**
Error experimental	c(r-1) = 8	0,005	0,002	0,007	0,008	0,006	0,012
Total	(cr -1) = 9						
%CV		28,5	59,98	17,61	20,38	27,19	21,83
Skewness		-0,5388ns	1,0929ns	-0,9557ns	-0,0779ns	0,1873ns	-0,1434ns
Kurtosis		0,2633ns	2,1354ns	0,7154ns	-1,2390ns	-1,5665ns	-1,4455ns
Bartlett χ^2		0,842ns	2,26**	2,825**	0,045ns	0,336ns	0,186ns

Leyenda: BPN= Bulbos pequeños en cuanto a número, BPP= bulbos pequeños en cuanto a peso, BMN= bulbos medianos en cuanto a número, BMP= bulbos medianos en cuanto a peso, BGN= bulbos grandes en cuanto a número y BGP= bulbos grandes en cuanto a peso.

Así como se realizó para las variables anteriores, una vez realizado el análisis de varianza por ambiente se procedió a realizar la prueba de homogeneidad de varianza de Gómez y Gómez (1984) para determinar que ambientes se pueden incluir en un análisis de la varianza combinado considerando genotipo y ambiente (método de siembra y unidad de producción), para evidenciar la significación estadística de cada efecto principal y su interacción. Sin embargo, no se pudo determinar homogeneidad de la varianza para todas las variables evaluadas, por ende solo se realizó el análisis combinado para aquellas que cumplían con los supuestos de homogeneidad (Cuadro 16). Observándose un efecto significativo en la interacción entre los métodos de siembra y los híbridos utilizados.

Cuadro 16 Cuadrados medios del análisis de la varianza combinado aproximado para las variables cuantitativas de calidad del bulbo.

Fuente de variación	gl	%BPN	%BMN	%BGN
Ambiente	2	0.159**	0.064**	0.029**
error 1	12	0,004	0,003	0,004
Cultivares	1	0.053**	0.036**	0.176**
Amb x Cultivar	2	0.022*	0.045**	0.019*
Error experimental	8	0,005	0,004	0,004
Total	29			
%CV		28,71	12,78	23,14

Leyenda: BPN= Bulbos pequeños en cuanto a número, BMN= bulbos medianos en cuanto a número, BGN= bulbos grandes en cuanto a número.

Se realizó una prueba de comparación de medias donde se pudo ver que la mayor cantidad de bulbos grandes la presentó el híbrido Campo lindo bajo trasplante independientemente de la unidad de producción. Cabe señalar que esto es debido al ciclo del híbrido Campo lindo, ya que por ser de ciclo corto y días intermedios, la bulbificación es más tardía que Century logrando acumular más energía y fotosintetizados debido al mayor número de hojas y que su crecimiento se mantiene hasta la fecha de cosecha, logrando generar bulbos más grandes (Cuadro 17). En fechas de siembra más tardías (Septiembre, Octubre) el híbrido Century debería presentar mejores cualidades en cuanto a estas variables evaluadas por poseer un ciclo más precoz.

Cuadro 17. Prueba de comparación entre medias del análisis combinados para las variables cuantitativas de calidad del bulbo

Ensayos		%BPN	%BMN	%BGN	
Ambiente	Genotipo				
Siembra Directa DP	Century	0,47	A	0,4 BC	0,14 B
Siembra Directa DP	Campo Lindo	0,28	AB	0,46 ABC	0,27 AB
Trasplante DP	Century	0,13	B	0,61 A	0,26 AB
Trasplante DP	Campo Lindo	0,11	B	0,55 AB	0,34 A
Trasplante JG	Century	0,27	B	0,57 AB	0,17 B
Trasplante JG	Campo Lindo	0,22	B	0,36 C	0,42 A

Leyenda: BPN= Bulbos pequeños en cuanto a número, BMN= bulbos medianos en cuanto a número, BGN= bulbos grandes en cuanto a número, DP= Domingo Pérez y JG= José Gudeno.

VI. CONCLUSIONES

El diseño experimental en grandes parcelas sin repeticiones demostró ser un método efectivo para estudiar tecnologías en unidades de producción con la participación de los productores.

El desarrollo fenológico de ambos híbridos en los distintos ambientes presentó diferencias en cuanto al tiempo de cada fase. El establecimiento en siembra directa fue más tardío, mientras que, el inicio de la bulbificación fue más precoz.

Se evidenció la interacción genotipo x ambiente, para la mayoría de las variables del rendimiento y sus componentes. Siendo la mejor condición para rendimiento el híbrido Campo Lindo bajo el método de siembra tradicional o por trasplante.

Bajo las condiciones de este ensayo, el híbrido Campo Lindo también presentó mayor rendimiento y mejor calidad, en ambas unidades de producción y métodos de siembra. Se recomienda el híbrido Century para fechas de siembra con un menor fotoperiodo por tratarse de un material de días cortos.

El menor rendimiento estuvo asociado con un menor número de plantas por ha y un mayor porcentaje de plantas con bulbillos o sin bulbificar, lo que demuestra la importancia de un adecuado manejo agronómico que disminuya el estrés ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

Una de las principales limitantes del municipio Guacara del estado Carabobo para el establecimiento de este cultivo son las fuertes precipitaciones, ya que presentan un patrón de alta intensidad y poca duración, ocasionando erosión por escorrentía en las camas de siembra y grandes pérdidas económicas. El efecto de esta limitante puede ser reducido mediante buenas prácticas agronómicas, como la elaboración de camas de siembra no mayores de los 100 metros para tener no solo un uso más eficiente del sistema de riego, sino poder establecer canales secundarios de drenaje que deriven a canales primarios, evitando el exceso de agua en la zona de siembra.

También se debe tener en cuenta que camas con una mayor altura tanto en semillero como en campo, son más susceptibles a derrumbarse en sus márgenes, ocasionando pérdidas de plantas. Siendo las precipitaciones un factor limitante en el sistema de producción es recomendable que los productores de la zona lleven un registro de las mismas a fin de poder planificar mejores cronogramas de actividades, especialmente en aquellas fases del cultivo más susceptibles a las precipitaciones.

En la zona, los productores llevan sus siembras bajo un sistema de ensayo y error, lo cual puede traer como consecuencia pérdidas, por tanto requiere una mayor asesoría técnica no solo por parte de entes privados, sino también de instituciones públicas que pudieran brindar soluciones efectivas a los problemas de la localidad, como por ejemplo el uso más adecuado de los sistemas de riego existentes, fertilización y el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Las condiciones agroecológicas de la zona no son las óptimas para el desarrollo del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) impidiendo que los cultivares expresen su potencial, por lo tanto, es aconsejable una diversificación de la producción, incluyendo rubros más adaptados.

Se recomiendan estudios similares en otras localidades, que incluyan más fechas de siembra y otros cultivares, para generar un análisis de relación costo-beneficio entre los métodos de siembra utilizados y unificar criterios de manejo agronómico a fin de disminuir la ocurrencia de microambientes desfavorables para el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acquaah, G. 2011. Principles of plants genetics and breeding. Primera edición. Massachusetts, Estados Unidos, Blackwell. 569p.
2. Alcaldía Socialista de Guacara. Datos económicos de Guacara. [Consultado en línea el 25 de enero de 2013] y disponible: <http://www.alcaldiadeguacara.gob.ve/index.php/smuni/datos/economicos.html>
3. Aljaro, A., Monardes, H., Urbina, C., Martín, A; Muñoz, E. 2009. Manual de cultivo del Ajo (*Allium sativum* L.) y Cebolla (*Allium cepa* L.). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 49p.
4. Anzola, L. 2012. Índice Agropecuario. Edición 37. Maracay, Venezuela. 724p.
5. Brewster, J. 2001. Las cebollas y otros allium. Primera edición. Zaragoza, España, ACRIBIA, SA. 266p.
6. Carrillo, J. 1985. El cultivo de la cebolla. FONAIAP DIVULGA. Volumen 18, Mayo - Julio.
7. CDCH-UCV (25 de enero de 2013). Estudio desarrollado en la Facultad de Agronomía-UCV permitió identificar problema con siembra de cebolla en Guacara [Consultado en línea] y disponible en: <http://cdch-ucv.net/contenido/1533>
8. Gómez, K. y Gómez, A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. John Wiley & Sons. New York. U.S.A. 680 p.
9. Hildebrand, P.; Poey, F. 1985. On-farm agronomics in farming systems research and extension. Boulder, Colorado. Lynne Rienner Publ. 162p.
10. Instituto Nacional de Tecnología Agrícola. 2009. Siembra de Cebollas en platabandas. Manual Técnico. Argentina. 2p.
11. Lipinski, V., Gaviola, S. y Gaviola, J. 2002. Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de cebolla cv. Cobriza INTA con riego por goteo. Chillán, Argentina. Agricultura Técnica 62(4).
12. Lugo, J. 2008. Guacara: Etapas Fundamentales en su Desarrollo (1555-1810). Mañongo No.30, Volumen XVI, Enero - Junio.

13. Machado, W. 2000. Planificación y análisis de experimentos de campo en grades parcelas sin repetición. Alcance 59. Maracay, Venezuela, Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. 73p.
14. Márquez, G. 1985. Determinación de tamaño, forma y numero óptimo de repeticiones de parcela experimental en campo comercial en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.). Trabajo de grado pre-grado. Maracay, Venezuela; Universidad Central de Venezuela.
15. Rondón, S.; Torres, N.; Laverde, H. 1996. Efecto de tres coberturas plásticas y dos sistemas de siembra en la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana 13(2): 142-151.
16. Sobrino, E. 1992. Hortalizas de legumbre- tallo- bulbo y tuberosas. Barcelona, ES. Aedos. p. 224-249