

# INTERACCIÓN ENTRE EL DIÁMETRO DEL BULBO Y LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE CEBOLLA<sup>a</sup>

## INTERACTION BETWEEN BULB DIAMETER AND PLANTING DISTANCE IN ONION SEED PRODUCTION

MANUEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ<sup>b\*</sup>, NERELYS CABRERA JULIEN<sup>b</sup>, ALEXANDER CALERO HURTADO<sup>c</sup>, KOLIMA PEÑA CALZADA<sup>b</sup>

Recibido 19-03-2025, aceptado 25-11-2025, versión final 31-12-2025.

Artículo Investigación

**RESUMEN:** Se determinó el efecto del diámetro del bulbo y la densidad de plantación en la producción de semilla cebolla var. Caribe 71, por el método bulbo-semilla. Se empleó un diseño de bloques al azar, con un arreglo factorial de  $3 \times 3$ . Factor A calibre del bulbo (A1, A2 y A3), B densidad de plantación (B1, B2 y B3 plantas por metro). Se evaluó a los 45, 55, 75 ddp los indicadores: incremento de bulbos por metro, diámetro y cantidad de umbelas; altura del escapo floral; bulbos sin florecer y porcentaje de umbelas caídas, además se determinó la masa de 1000 semillas y su rendimiento. Los resultados mostraron que el calibre A2 superó al resto de los tratamientos en cuanto al promedio de yemas activadas por bulbo de 1,56 a 1,33 veces, las umbelas promedios por nido y su diámetro de 1,40 a 1,11 veces, masa de las semillas y en los rendimientos con 50 kg.  $ha^{-1}$  respecto A3 y A1. El calibre A1 en todos los indicadores describió una tendencia negativa a medida que se incrementó la densidad. El calibre A2 fue el de mejor resultado y la interacción con la densidad B2 en todos los indicadores evaluados.

**PALABRAS CLAVES:** Densidad de siembra; calibre; método bulbo-semilla.

**ABSTRACT:** The effect of bulb diameter and planting density on seed production of onion var. Caribe 71 was determined by the bulb-seed method. A randomized block design was used, with a  $3 \times 3$  factorial arrangement. Factor A was bulb size (A1, A2 and A3), B was planting density (B1, B2 and B3 plants per meter). The indicators evaluated at 45, 55, and 75 ddp: increase in bulbs per meter, diameter and number of umbels; height of the floral scape; flowered bulbs and percentage of fallen umbels. In addition, the mass of 1000 seeds and their yield were determined. The results showed that the A2 size outperformed the other treatments in terms of the average number of activated buds per bulb by 1.56 to 1.33 times, the average umbels per nest and their diameter by 1.40 to 1.11 times, seed mass and yields with 50 kg  $ha^{-1}$  compared to A3 and A1. The A1 size in all indicators described a negative trend as the density increased. The A2 size was the one with the best result and the interaction with the B2 density in all the indicators evaluated.

<sup>a</sup>Rodríguez-González, M., Cabrera-Julien, N., Calero-Hurtado, A. & Peña-Calzada, K. (2026). Interacción entre el diámetro del bulbo y la distancia de plantación en la producción de semilla de cebolla. *Rev. Fac. Cienc.*, 15 (1), 130–143. DOI: <https://10.15446/rev.fac.cienc.v15n1.118978>

<sup>b</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sancti Spíritus, Cuba

\* Autor para correspondencia: [manuelyuale@gmail.com](mailto:manuelyuale@gmail.com)

<sup>c</sup>Centro Universitario Municipal de Taguasco, Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Sancti Spíritus, Cuba

**KEYWORDS:** Planting density; size; bulb-seed method.

## 1. INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.), se encuentra entre las hortalizas de consumo más antiguas. Su origen primario se localiza en Asia Central y como centro secundario en el Mediterráneo. Fue introducida a América en 1492 por Cristóbal Colón en el período de la colonización (Ramos *et al.*, 2020). Ocupa el segundo lugar en importancia económica mundial dentro de las hortalizas. Solo superado por el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentus* L.) y ha ido en aumento en los últimos años. Según Domínguez-Vázquez *et al.* (2020) las razones fundamentales que justifican el desarrollo de esta hortaliza son su alto contenido de vitaminas y minerales, además de sus cualidades gustativas. Debido al alto consumo a escala global es muy cultivada en todo el mundo. La parte principal de la cebolla es el bulbo, que se utiliza en fresco, conservas, encurtidos y deshidratados. También se le atribuyen propiedades medicinales, tónicas, diuréticas, digestivas, antirreumáticas e incluso se considera afrodisíaca.

La producción de cebolla es además una actividad económica altamente especializada que cada vez demanda nuevas tecnologías de cultivo. Existe una estrecha relación entre la calidad de la semilla y el producto final, así, para que una semilla de cebolla sea considerada de alta calidad debe cumplir con una serie de requisitos como son, alto poder germinativo y porcentaje de emergencia, vigor de plántulas y sanidad que garantice la ausencia de patógenos (Pacheco *et al.*, 2020).

En Cuba la producción nunca ha alcanzado niveles tales, como para autoabastecerse y esto ha obligado al país a hacer importaciones anuales, a costos muy elevados para satisfacer las necesidades. La producción nacional es destinada, principalmente, al consumo interno y se cultiva en casi todo el país (Rodríguez *et al.*, 2016).

Uno de los principales problemas que presenta actualmente el cultivo es la disponibilidad de semilla, así como la calidad de la misma, según (Rodríguez *et al.*, 2016), también resulta difícil mantener un suministro estable de semilla de calidad de las variedades y líneas que mejor se han aclimatado al país, lo que trae como consecuencia fallos en la inducción y el desarrollo del bulbo en esta altitud; así como problemas relacionados con la germinación, energía germinativa y pureza varietal. En Cuba tenemos que limitarnos solo a la siembra en época de invierno debido a que el cultivo demanda bajas temperaturas y coincide con los días más cortos. Es evidente que ante este hecho se tenga que contemplar la posibilidad de introducir cambios en la metodología que impliquen un mejoramiento de producción de semilla por el método bulbo semilla bajo estas condiciones de producción. Por lo que nos trazamos el siguiente objetivo: determinar el efecto del diámetro del bulbo y la densidad de plantación en la producción de semilla de cebolla var. Caribe 71, por el método bulbo-semilla en el comportamiento morfológico y productivo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación del experimento

La investigación se realizó en la finca “Los Mangos” perteneciente a la comunidad de Banao, provincia de Sancti Spíritus de septiembre a noviembre del 2024, coordenada (21°56'33.39" N 79°26' 38.9"O), de acuerdo al sistema de coordenadas plano rectangular Cuba Norte, hoja cartográfica 4 281-II-b. Las variables climáticas promedio en la zona son: precipitaciones anuales en el período lluvioso es de 1400 –2000 mm y en el período poco lluvioso de 250 - 350 mm (Figura 1). Los valores de temperaturas mínimas se reportan en enero y febrero, con medias de 23.7 y 23.8 °C, este componente del clima alcanza valores que superan los 28 °C en el mes de julio. La dirección predominante de los vientos es noreste.

Se trabajó con la variedad de cebolla Caribe 71 por el método bulbo-semilla con un tiempo de hibernación del bulbo de 90 días, una temperatura de 8 a 12 °C y humedad relativa > 60 %. El bulbo fue suministrado por productores líderes de la zona. El experimento se realizó en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado Típico (Hernández *et al.*, 2015), que se puede correlacionar con Nitisol Ródico Éutrico(IUSS-WRB). Un elemento que se consideró fue la profundidad de plantación (8 – 12 cm), siendo profunda con un tape ligero y una labor de aporque a los 22 días. Las atenciones culturales consistieron básicamente en las prácticas comunes de los productores de la zona; fertilización de NPK (12 – 12 – 24) de fondo y dos aplicaciones de nitrógeno (Urea) a los 15 y 30 ddp (días después de la plantación), riego con un intervalo de dos a tres días (bajas normas y alta frecuencia).

### 2.2. Tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental fue de bloques al azar, en arreglo factorial de  $3 \times 3$ , con tres réplicas. El factor A corresponde: Calibre del bulbo con tres niveles (A1, A2 y A3) y el factor B a la densidad de plantación con tres niveles (B1, B2 y B3 plantas por metro lineal), la distancia de plantación se muestra en la Tabla 1, formándose nueve tratamientos combinados (Tabla 2). El área de la unidad experimental es de 400m<sup>2</sup> y una

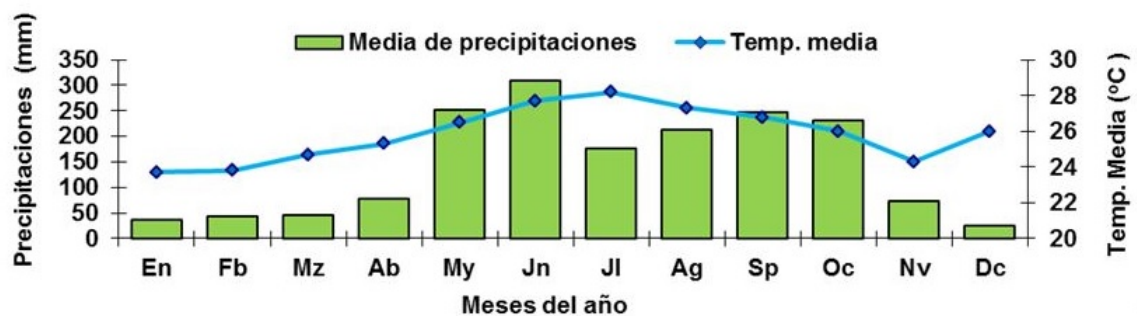


Figura 1: Variables climáticas registradas durante la fase experimental valores máximos. Precipitaciones, Temperatura media).

Fuente: Centro Meteorológico Provincial (CMP) de Sancti Spíritus-CITMA

Tabla 1: Descripción de los tratamientos. Fuente: Elaboración Propia.

Factor A y sus tres niveles	Diámetro del bulbo (cm)	Plantas por metro lineal	Factor B y sus tres niveles	Distancia de siembra (m)	Plantas por parcela
Calibre A1	$\geq 3.01$	12	B1	$0.45 \times 0.08$	48
Calibre A2	$2.01 - 3.0$	24	B2	$0.45 \times 0.04$	96
Calibre A3	$\leq 2.0$	33	B3	$0.45 \times 0.03$	132

Tabla 2: Interacciones entre los factores Tratamientos. Fuente: Elaboración Propia.

Tratamientos	Descripción
A1B1	Calibre I a una distancia de 12 plantas por metro lineal
A1B2	Calibre I a una distancia de 24 plantas por metro lineal
A1B3	Calibre I a una distancia de 33 plantas por metro lineal
A2B1	Calibre II a una distancia de 12 plantas por metro lineal
A2B2	Calibre II a una distancia de 24 plantas por metro lineal
A2B3	Calibre II a una distancia de 33 plantas por metro lineal
A3B1	Calibre III a una distancia de 12 plantas por metro lineal
A3B2	Calibre III a una distancia de 24 plantas por metro lineal
A3B3	Calibre III a una distancia de 33 plantas por metro lineal

distribución espacial de ocho surcos por tratamientos distanciados cada  $0.45m$ , se forman dos bloques de cuatro surcos separado por una calle ancha ( $1m$ ). Las parcelas tuvieron  $4m^2$  (2 metro de ancho por dos de largo) y la superficie de cálculo es de  $2m^2$ .

Es conocido que el número de tallos florales (escapo) formados dependen de la variedad, diámetro del bulbo madre y la densidad de plantación. Actualmente en Banao los bulbos de mayor tamaño se comercializan ya que la demanda es mayor que la oferta. Además, estos propios bulbos representan las mayores pérdidas en la etapa de almacenamiento, la tendencia actual es la de producir bulbos de pequeño y mediano tamaño (2.0 a 3.0 cm de diámetro) para la producción de semilla. Los bulbos fueron seleccionados por calibre antes de llevar al frigorífico.

### 2.3. Indicadores evaluados

Se mantuvo el cultivo libre de plagas durante todo el ciclo. En tanto, la preparación del suelo fue la tradicionalmente empleada, en correspondencia con las indicaciones derivadas de estudios realizados en la producción de semillas en Cuba. La medición en campo se efectuó a los 45, 55, 75 días después de la plantación (ddp) coincidiendo con la fase reproductiva (plena floración) y en la etapa poscosecha. La selección de las muestras fue aleatoria, se utilizó una vara de madera de un metro y se colocó en el área efectiva de cada parcela y la muestra fue 10 plantas lineales consecutivas por parcela. Los indicadores evaluados fueron los siguientes:

1. Número de bulbos por metro lineal: se determinó por conteo físico a los 45 días después de la plantación (ddp).
2. Número de bulbos por nido: se determinó por conteo físico a los 45 ddp.

3. Número de bulbos no florecidos por metro lineal: se determinó por conteo físico a los 45 ddp.
4. Cantidad de umbelas por metro lineal: se determinó por conteo físico a los 55 ddp.
5. Diámetro de la umbela (cm): se determinó el diámetro ecuatorial con el pie de rey (Vernier) utilizado como herramienta, a los 55 ddp.
6. Altura del escapo floral (cm): se realizó a los 55 ddp cuando la umbela estaba totalmente desarrollada y se utilizó como herramienta una cinta métrica, desde el extremo basal hasta la base de la umbela.
7. Porcentaje de umbelas caídas (%): se determinó por conteo físico a los 75 ddp, identificando las umbelas que tenían un ángulo de inserción inferior a los 60°.
8. Masa de 1000 semilla (g): una vez limpias y secas (entre 10 – 12% de humedad determinado por el método convencional con una estufa), se determinó por el pesaje del total de 1000 semillas por parcela; en la etapa poscosecha y como herramienta se utilizó una balanza digital Sartorius (modelo BS 124S) con precisión de  $\pm 0.01\text{g}$ .
9. Rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$ : la producción de semilla por hectárea se estimó, tomando como base la producción de semillas en la superficie plantada.

## 2.4. Análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron analizados por medio de estadística descriptiva de variables continuas, para distribución normal, al test de Kolmogorov-Smirnov y para la homogeneidad de la varianza la prueba de Levene. Comprobados los supuestos anteriores, se realizó un análisis de varianza factorial (ANOVA) de dos vías y las medias fueron comparadas a través de la prueba de Rangos Múltiples de Tukey con un 5 % de probabilidad. Todos las pruebas y análisis declarados anteriormente fueron realizadas con el paquete estadístico SPSS versión 23.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). El estudio de tendencia se realizó previamente una estimación curvilínea (regresión), se evaluaron varios modelos y su prueba de ANOVA correspondiente. Las variables porcentaje de bulbos florecidos por metro, umbelas caídas en cada fecha de evaluación se transformaron por  $\arcsin\sqrt{(p/100)}$ , para estandarizar los valores.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Cantidad de bulbos promedio por metro lineal

En la Tabla 3 se muestra el incremento en función de la densidad de plantación de bulbos promedio por metro lineal. El nivel A2 con sus interacciones es el de mayor cantidad de bulbos promedio en toda la unidad experimental 8.90 bulbos, superó al resto de las interacciones de 1.56 a 1.35 veces el incremento de bulbos por metro con diferencias significativas entre ellos. El nivel A1 describe una tendencia negativa a medida que aumenta la densidad, no así el resto de las interacciones donde la tendencia es positiva. Al analizar

Tabla 3: Número de bulbos por metro lineal. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Fuente: Elaboración propia.

Factor	B1		B2		B3	
	# bulbos	Incremento	# bulbos	Incremento	# bulbos	Incremento
A1	20.10	8.10 aA	30.20	6.20 bB	38.10	5.10 bB
A2	19.40	7.40 aB	34.1	12.1 aA	40.2	7.2 aB
A3	15.20	3.20 bC	29.5	5.5 bB	41.3	8.3 aA
Media	18.23	6.23	34.27	10.27	39.87	6.87
Exs.	-	0.549	-	0.781	-	0.081
CV (%)	-	14.3	-	15.8	-	12.4

las interacciones se observa que existe interacción entre los factores donde se destaca *A2B2* con el mayor incremento en función de la densidad utilizada, seguido de la interacción calibre *A1B1* y el calibre *A3B3*.

En la Figura 2 se muestra el promedio de bulbos por nido a los 45 ddp, para cada distancia de plantación, donde se destaca que existe interacción significativa entre los tratamientos para un nivel crítico menor que el prefijado en la investigación ( $p \leq 0.05$ ) en estas condiciones y para este tamaño de muestra, al determinar cuál es el calibre que más incide en la variable respuesta, se destaca que el calibre *A2* con el mayor promedio de bulbos en toda la unidad experimental de 1.36 a 1.05 veces con diferencias significativas respecto a los demás calibres (*A1* y *A3*). La interacción *A1B1* fue el de mayor promedio de 1.82 a 1.28 veces más bulbos coincidiendo con lo planteado por Ronda (2006) que describe que los bulbos de más de 3cm de diámetros tienden a activar más de dos yemas como promedio, valor que define el índice reproductivo de la cebolla.

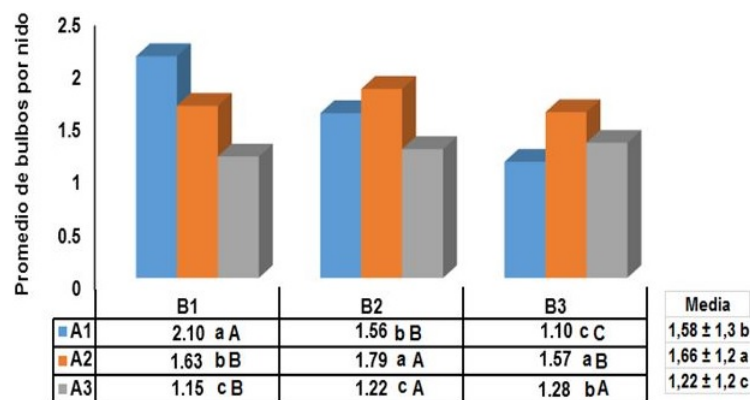


Figura 2: Promedio de bulbos por nido 45 ddp. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Media  $\pm S$ ; media más menos la desviación estándar. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la Caribe 71 fluctúa de 1.5 a 2.5 yemas activadas por bulbo plantado. Este tratamiento tiene una tendencia a disminuir en el experimento a medida que se incrementa la densidad. Los niveles *A2* y *A3* su tendencia fue positiva a medida que se incrementó la densidad. Al analizar la interacción entre los factores (Figura 2) las mejores interacciones fueron: *A1B1*, seguido de *A2B2*.

### 3.2. Porcentaje de bulbo florecidos y cantidad de umbelas por metro

En la Figura 3 se destaca el nivel A2 con el mayor porcentaje promedio de la unidad experimental superó al resto de 1.28 a 1.22 veces de bulbos florecidos. De todas las interacciones la A2B2 (24 bulbos  $m^{-1}$ ) fue la de mayor respuesta de la variable seguido de la A1B1.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Rodríguez *et al.* (2016) que demostró que a medida que se incrementa la densidad de plantación en el cultivo de la cebolla, disminuyen las yemas activadas por bulbo y que está determinado por el calibre que se utilice y Ronda (2004) plantea que además del calibre la profundidad de plantación determina la activación de las yemas por bulbo. En cuanto a la cantidad de umbelas por metro (Figura 4) se muestra que existen diferencias significativas entre los tres calibres, se destaca el tratamiento A2 con los bulbos de diámetro medio 2.01 – 3.0 cm con la media mayor en toda la unidad experimental (46.47 umbelas) superó de 1.22 a 1.15 veces al resto de los tratamientos. La interacción del nivel A1B1 difiere significativamente de las otras interacciones A2B1 y A3B1 (12 plantas por metro), ya en las otras densidades la mayor respuesta fue de las interacciones A2 que alcanzó el mayor número de umbela en las otras dos densidades y difiere significativamente del resto para esas condiciones y tamaño de muestra. Al analizar en esta propia figura la interacción entre los factores se puede apreciar que la interacción A2B2 fue el de mayor cantidad de umbelas, superó a las otras dos interacciones dentro del mismo calibre con otras densidades de 1.40 a 1.11 veces. Esta tendencia también se manifiesta en el diámetro de la inflorescencia, donde los resultados indican que también existen diferencias significativas (Figura 4) entre los tres tratamientos y se destaca el tratamiento A2, donde el diámetro de la umbela como media en la unidad experimental de 1.40 a 1.07 veces mayor que resto de los tratamientos y existe diferencia significativa. Al analizar la interacción entre los factores, con la primera densidad (B1) el tratamiento A1 fue el de mayor diámetro y difiere del resto. En las demás interacciones se destaca A2B2 y A2B3 que no difieren entre sí.

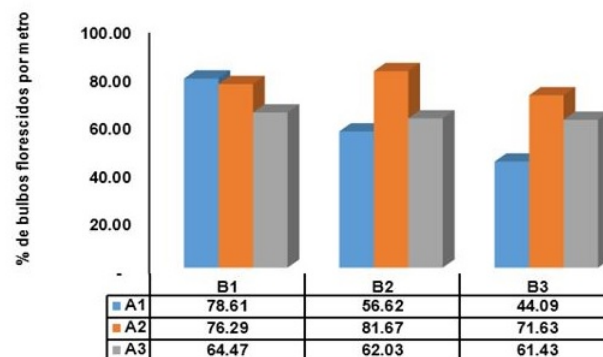


Figura 3: Porcentaje de bulbos florecidos por metro a los 45 ddp. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4: Cantidad de umbelas por metro. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Fuente: Elaboración propia.

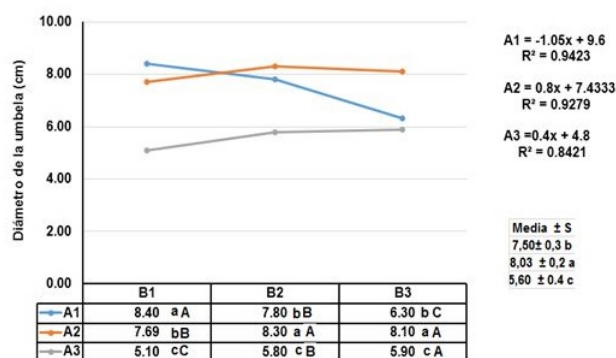


Figura 5: Diámetro de la umbela según el calibre y la densidad utilizada en el experimento. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Media  $\pm$  S; media más o menos la desviación estándar. Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Diámetro de la umbela y altura del escapo floral

En esta Figura 5 también se puede apreciar que, a partir de la estimación curvilínea de regresión para el tratamiento A1 el modelo que más se ajustó fue el de línea con tendencia negativa muy fuerte, para una probabilidad calculada de 0.001 y un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.94$ , donde se refleja el alto grado de asociación lineal del conjunto de datos, y una significación de 5%. Lo que significa que el nivel A1 disminuye en 1.05 cm por cada incremento de la densidad. En los otros niveles A2 y A3 la tendencia es positiva con una muy fuerte, para una probabilidad calculada inferior a la prefijada y un coeficiente de determinación de superior al  $R^2 = 0.84$ , lo que indica que el nivel A2 incrementa el diámetro de la umbela 0.8 cm y A3 en 0.4 cm por el aumento de cada densidad.

En la Figura 6 se puede observar que existe interacción entre los factores en cuanto a la altura del escapo, A1B1 superó de 1.67 a 1.47 veces la altura, lo que está en correspondencia a lo descrito por Ronda (2006) que planteó que a mayor diámetro mayor es la altura del escapo. Actualmente en Banao los bulbos de mayor tamaño se comercializan, ya que la demanda es mayor que la oferta, además, estos propios bulbos



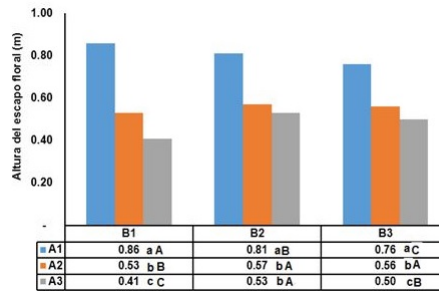


Figura 6: Altura del escapo floral a los 55 ddp. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Porcentaje de umbelas caídas. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).X Tranf.  $\arcsin \sqrt{p/100}$ . Fuente: Elaboración propia.

Factor	B1		B2		B3	
	# bulbos	Incremento	# bulbos	Incremento	# bulbos	Incremento
A1	21.30	0.224 aC	19.40	0.204 aA	20.10	0.212 aB
A2	14.50	0.153 bB	12.70	0.134 cA	13.10	0.138 bA
A3	11.80	0.124 cB	13.63	0.144 bA	13.80	0.145 bA
Media %	15.87	0.167	15.24	0.160	15.67	0.165
Exs.	-	0.543	-	0.286	-	0.345
CV (%)	-	16.2	-	15.3	-	14.21

representan las mayores pérdidas en la etapa de almacenamiento. Al analizar la interacción las mejores fueron A1B1, seguido de A2B2 y A2B3 que no difieren entre ellas.

### 3.4. Porcentaje de umbelas caída en cada tratamiento

En la Tabla 4 se destaca las interacciones donde está el nivel A1 que fue el que presentó el mayor porcentaje para las tres densidades existiendo diferencias significativas, con porcentajes de umbelas caídas de 1.53 a 1.15 veces más que el resto de los tratamientos que a su vez es inferior al 30 %, resultados aceptados por varios investigadores en el país para variedad Caribe 71 y nuestras condiciones edafoclimáticas (Ronda, 2006). En esta tabla se muestra que las interacciones donde está el nivel A2 tuvo como media el menor porcentaje de umbelas caída en todo el experimento, destacándose la interacción A2B2 la mejor interacción, aunque no difiere significativamente de la intercalación A2B3.

En la estimación curvilínea de regresión (Figura 7) entre la cantidad de umbelas caídas como variable dependiente y la altura del escapo floral como independiente, se encontró que el modelo que más se ajustó es el lineal, con tendencia positiva muy fuerte, para una probabilidad calculada de 0.001 y un coeficiente de correlación Pearson ( $r = 0.95$ ) y de determinación de  $R^2 = 0.914$ , donde se refleja el alto grado de asociación lineal del conjunto de datos, correspondiente a observaciones de variables continuas y una significación de 5 %. La tendencia creciente indica que la caída del escapo floral varía 22.21 % por cada unidad de variación de la altura del escapo.

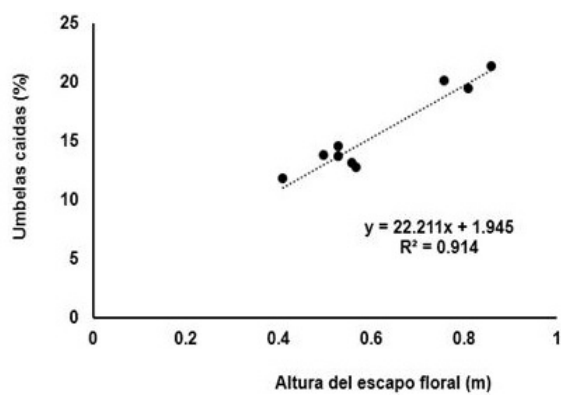


Figura 7: Análisis de regresión entre las variables umbelas caídas y altura del escapo floral. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Masa de 1000 semillas. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Fuente: Elaboración propia.

Factor	B1 (g)	B2 (g)	B3 (g)	Media (g)
A1	2.80 aA	2.60 bB	2.49 cC	2.63 b
A2	2.80 aB	3.17 aA	3.10 aA	3.02 a
A3	2.47 bB	2.48 cB	2.60 bA	2.52 c
Media (g)	2.69	2.75	2.73	2.72
EXs.	0.084	0.241	0.076	0.541
CV (%)	12.5	13.2	13.5	14.3

Esta variación puede explicarse a través de la relación existente entre ambas variables. Los resultados concuerdan con los obtenidos en la provincia Sancti Spíritus por (Rodríguez2016, que afirman que mientras menor sea la altura del escapo, menor será la caída de los mismos. El coeficiente de determinación ( $R^2 = 0.91$ ) muestra la medida de la proporción en que se reduce el error de predicción de la variable dependiente y explica la dependencia funcional lineal fuerte de la caída del escapo, respecto a la altura del mismo.

### 3.5. Masa de 1 000 semillas y rendimientos alcanzados

En la Tabla 5 se puede observar que se halla en correspondencia con lo reportado por (Ronda, 2004; Lescay & Moya, 2007), la masa de 1000 semillas está próximo a los tres gramos. Al analizar los resultados que se muestran en la tabla, se aprecia que existe interacción entre los factores donde se destacan A2B2 y A2B3 que no difieren entre sí y supera al resto de las interacciones de 1.15 a 1.2 veces la masa de la semilla. La interacción donde la semilla tiene mayor masa es A2B2. La interacción de menor masa de la semilla fue A3B1 que es la del calibre menor y la mayor densidad que se ha caracterizado en el experimento por tener el menor escapo floral y umbelas más pequeñas y menor cantidad por metro.

En la Figura 8 se muestran los rendimientos alcanzados por cada tratamiento en la unidad experimental, manifestándose que existe interacción entre los factores, se destacó que A2B2 y A2B3 que no difieren entre sí, pero superan al resto de 1.34 a 1.05 veces como promedio el rendimiento que equivale a un incremento de la producción de 84 a 18  $\text{kg ha}^{-1}$ .



Figura 8: Interacción entre la variable Rendimiento  $kg\ ha^{-1}$  y densidad de plantación. Letras no comunes minúscula en la columna y mayúscula en la línea difieren según la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Fuente: Elaboración propia.

En esta propia se puede apreciar la estimación curvilínea de regresión que el modelo que más se ajusto es el lineal con tendencia negativa para el nivel A1 y un estimado de disminución de los rendimientos de  $35.5\ kg\ ha^{-1}$  por cada incremento de la densidad de plantación con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0.86$ .

En los niveles A2 y A3 la tendencia es positiva fuerte, para una probabilidad calculada de 0.001 y un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) superior al 72.6%, donde se refleja el alto grado de asociación lineal del conjunto de datos, correspondiente a observaciones de variables continuas y una significación de 5%. La tendencia creciente indica que se incrementan los rendimientos para el nivel A2 de  $32.5\ kg\ ha^{-1}$  por cada incremento de la densidad estudiada. En el nivel A3 este incremento es de  $30.5\ kg\ ha^{-1}$ .

La producción estimada de semillas por hectárea se encuentra en el rango ( $250 - 400\ kg\ ha^{-1}$ ) expuesto por otros autores como Lescay & Moya (2007) y (Rodríguez, 2014), en estudios realizados en las condiciones de Cuba. Estos propios autores hacen referencia a que el tamaño del bulbo y la densidad de plantación no influyen en la calidad de la semilla, pero se relaciona directamente con los rendimientos, como se hace evidente en esta investigación.

## 4. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron interacción significativa entre el calibre del bulbo de cebolla y la densidad de población en la producción de semilla de cebolla var. Caribe 71 por el método bulbo-semilla. El tratamiento con la interacción A2B2 mostró los mayores efectos en la producción de semillas en cuanto a cantidad de bulbos por metro lineal, bulbos florecidos, umbelas por nido, diámetro de la umbela, rendimiento y menor porcentaje de umbelas caídas comparado con los demás tratamientos evaluados. Los hallazgos de este estudio sugieren que el manejo del calibre y la densidad de población desempeñan un rol importante en la producción sostenible de semilla de cebolla var. Caribe 71 por el método bulbo-semilla en la zona de Banao, Sancti Spíritus, Cuba.

## Contribución de los autores

Dr. C Manuel Rodríguez contribuyó en: la conceptualización y supervisión de la investigación, la confección de la base de datos, la revisión e identificación de resultados y aprobación del artículo final. MS. c Nerelys Cabrera en: supervisión de la investigación, la metodología y confección de la base de datos. Dr. C. Alexander Calero y la Dra. C Kolima Peña en: el análisis formal de los datos y traducción de artículos referentes al tema.

## Referencias

- Brenes-Peralta, L. P., Gamboa-Murillo, M., & Segreda-Rodríguez, A. C. (2019). Evaluación técnica de la agregación de valor a partir de variedades de cebolla (*Allium cepa*) cultivadas al norte de la Región Central Oriental de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 32(3), 126-134. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i3.4503>
- Domínguez-Vázquez, K., Gálvez-Guerra, D., Rodríguez-Morales, A., Gómez-Kosky, R. & Robaina-Jiménez, A. (2020). Efecto del VIUSID agro® en la producción y conservación postcosecha en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) *Rev. Agricultura Tropical*, 6(2). 48-53.
- Hernández, A., Pérez, J., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E., Ruiz, J., Jaimez, E., Marsán, R., Obregón, A., Torres, J., González, J., Orellana, Rosa., Paneque, J. & Mesa, A. (2015). Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. 1ra ed. Ciudad de La Habana: AGRINFON Ministerio de la Agricultura.
- Jeromini, T. S., Muniz, R. A., Silva, G. Z. D., & Martins, C. C. (2019). The envelope method and substrate wetting in the germination test of onion seeds. *Revista Ciência Agronômica*, 50(1), 169-176. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190020>.
- Lescay, E. & Moya, C. (2007) Empleo del análisis de componentes principales en la evaluación de cuatro variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) en la región oriental de Cuba. *Información Técnica Económica Agraria*, 103(1), 54-59.
- Pacheco, J.D., Torres Rodríguez, D., Josefina Querales, P., Valera Merlo, R., Álvarez Orozco, S., & García Orellana, Y (2020). Factores que afectan la calidad de semillas y el potencial productivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) *Act Agronómica* 69 (4), 314-320. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n4.69401>.
- Patil, R., Hunje, R., Somanagouda, G., & Chadrashekhhar, S. S. (2019). Influence of seed enhancement techniques on seed quality in onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(6), 252-255. <https://www.phytojournal.com/archives/year>.

- Ramos, J., Rodríguez, L. & Trujillo, R. (2020). El cultivo de la cebolla (*Allium cepa*, L.): factores a tener en cuenta para su producción en cuba Monografías 2020 Universidad de Matanzas. ISBN: 978-959-16-4472-5.
- Rodríguez, M. (2014). Tecnología para el mejoramiento del riego por surcos asociado al cultivo de la cebolla en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Tesis de Doctorado. Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de la Villa (UCLV). 112 pag.
- Rodríguez, M., de la Fe Montenegro, C., Vieras, R. & Alonso de la Paz, F. (2016). Efecto del diámetro del bulbo y la densidad de plantación en la producción de semilla de cebolla, por el método semilla-bulbo-semilla, Cultivos Tropicales, 37(4), 7-12, <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Ronda, R. (2006). Producción de semillas de cebolla en condiciones de Cuba. Tesis de Maestría. Ciego de Ávila, Cuba: UNICA, 2006. 66. pág.
- Ronda, R. (2004). Uso de bulbos madres de tamaño pequeño en la producción de semilla de cebolla en condiciones tropicales. Centro Agrícola, 31(1-2), 7. ISSN 2072-2001.