

Cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en la provincia de Ocaña: factores asociados a la productividad y el rendimiento

Onion cultivation (*Allium cepa* L.) in Ocaña province: associated factors to productivity and performance



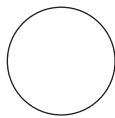
MAWENCY VERGEL O.¹
JOSÉ JOAQUÍN MARTÍNEZ L.^{1, 3}
SANDRA LILIANA ZAFRA T.²

Cebolla ocañera.

Foto: C. Carrascal

RESUMEN

El artículo tuvo como objetivo analizar factores asociados a la producción de la cebolla en la Provincia de Ocaña (Colombia) utilizando cuatro fórmulas de abono. La investigación siguió un enfoque cuantitativo, diseño experimental y técnicas de análisis factorial, a través de cuatro tratamientos distribuidos en subparcelas con abono orgánico casero gallinaza, estiércol bovino, pulpa de café con bagazo de caña, y, abono orgánico comercial. Cuatro factores se asociaron a la producción de la cebolla en la Provincia de Ocaña: amenazas, características del terreno, logística, inversión e infraestructura; con variables explicativas: zona, variedad, plagas, tecnología, y canales de comercialización. El mayor desarrollo se obtuvo en parcela con abono orgánico comercial. Existe diferencia significativa en efecto de fertilización entre abonos orgánicos caseros y abono comercial.



Palabras clave adicionales: abono orgánico, investigación agrícola, análisis factorial, factor de producción, fertilización.

ABSTRACT

This article had the objective to analyze the associated factors in onion production of Ocaña province (Colombia) using four fertilizer formulas. The research followed quantitative focus, experimental design and factorial analysis techniques, through four treatments distributed in small plots with home-made organic

¹ Grupo de Investigación Euler y Arquímedes, Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta (Colombia).

² Dirección Nacional de Escuelas DINA E, Policía Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

³ Autor para correspondencia. josemartinez@ufps.edu.co; checo.jf@gmail.com



fertilizer with chicken manure, bovine excrement, coffee pulp with sugar cane mash and commercial organic fertilizer. Four factors were associated to onion production in Ocaña province: menaces, ground characteristics, logistics, investment and infrastructure; with explanatory variables: zone, variety, plague, technology and commercial channels. Bigger development was obtained with commercial organic fertilizer. There exist significant differences in fertilization effects between home-made fertilizer and commercial fertilizer.

Additional key words: organic fertilizer, factor analysis, agricultural research, production factor, fertilization.

Fecha de recepción: 23-06-2016 Aprobado para publicación: 24-11-2016

INTRODUCCIÓN

La cebolla ocañera se incluye entre las *Liliacea*, y *Amaryllidaceae* por poseer brácteas espatáceas en la flor, pertenece al grupo *Agregatum*, obtenida de un bulbo que se reproduce, de clase monocotiledoneae, orden *Asparaginales* y especie *Cepa* (Ozer y Arin, 2014). Su cultivo en la provincia de Ocaña ha sido una de las principales actividades agrícolas dentro del contexto de la economía del departamento de Norte de Santander (Pacheco *et al.*, 2009). No obstante, con la expansión de las áreas y el uso del monocultivo, se fomentaron problemas fitosanitarios, diseminados por el sistema de propagación vegetativa (bulbos), que llevaron a los cultivadores a aplicar grandes cantidades de plaguicidas, lo cual elevó costos, y generó crisis económica en la región (Pacheco *et al.*, 2009).

De esta manera, se hace indispensable analizar factores principales que incidan en la mejora continua de la producción de la cebolla, y determinar si el inicio de un proceso de innovación de productos limpios, a costos bajos, conduce a programas de desarrollo para que el producto compita en calidad y precio en el mercado nacional e internacional.

El objetivo de la investigación consistió en analizar factores y evaluar la producción de la cebolla en la Provincia de Ocaña utilizando cuatro fórmulas de abono; para ello se caracterizaron las prácticas, producción y rentabilidad, y limitantes fitosanitarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio siguió un enfoque cuantitativo de tipo transversal, diseño experimental ortogonal Taguchi, de análisis de varianza y factorial (Saini *et al.*, 2013;

Noor *et al.*, 2014; Tutar *et al.*, 2014; Goncalves, 2015), con un nivel de confianza del 95%. La población la conformaron 2650 productores de cebolla. Se estructuró modelo cuyos estadísticos considerados para valorar el ajuste del modelo estructural, fueron el índice de bondad del ajuste realizado (AGFI), y el índice de bondad del ajuste (GFI), que miden el porcentaje de la matriz de varianzas y covarianzas explicado por las distintas ecuaciones del modelo estructural (Vergel-Ortega *et al.*, 2016). El estadístico AGFI tiene en cuenta el número de grados de libertad con relación al número de indicadores que intervienen. También se muestran los valores de los estadísticos alternativos propuestos por Hu y Bentler (1999) y Hair *et al.* (2014) *normed fit index* (NFI) y *comparative fit index* (CFI), así como del índice de ajuste incremental (IFI) de Bollen, el cual proporciona una medida de ajuste relativa al comparar las chi-cuadrado del modelo estimado y de un modelo de referencia en el que todas las variables observables están correlacionadas.

Área de estudio

A través de muestreo estratificado por asignación proporcional, la muestra la constituyeron 350 productores distribuidos en municipios La Playa (105), Abrego (52), Ocaña (105), El Carmen (20), San Calixto (15), Hacará (11), Teorema (10), Convención (4), Villa Caro (25). Se aplicaron encuestas, entrevistas, cartillas de observación en visitas directas a productores en zonas de siembra. La región de estudio se ubicó entre los 6°58' - 9°18' N y 72°03' - 73°35' W.

La zona productora de cebolla en Ocaña se ubicó entre los 1.200 y 1.900 msnm, con una precipitación promedio de 1.100 mm por año; con periodos lluviosos

en meses de abril, mayo, agosto y octubre. El cultivo se distribuyó por zonas según la altitud de cada vereda, entre los 12 y 22°C, en zona de bosque seco premontano (Tsfay *et al.*, 2011), con suelos variados desde arenosos (La Playa) hasta francos y arcillosos (Abrego y Ocaña), pH entre 6 y 6,8, antropomórficos de baja calidad con altas proporciones de bovinaza, traída del sur del Cesar; sembrándose generalmente en verano. Tres zonas fueron consideradas para altitud menor de 1.400 m (zona 1), entre 1.400 y 1.700 m (zona 2), mayor a 1.700 m (zona 3).

El intervalo de área sembrada en cebolla ocañera osciló en La Playa entre 370 y 1.200 ha, Abrego 400 ha, Ocaña 320-350 ha, El Carmen de 70-95 ha, San Calixto 30-70 ha, Hacarí de 25-30 ha, Teorama 10 ha, Villacaro 60 ha. Se siembran dos variedades: 64,6% roja ocañera (Burguesa f1, Común, Híbrido rojo f1 y Rosada milenio f1), y 26,4% roja criolla-peruana.

Un total de 320 bulbos de cebolla (2,5 kg) se sembraron en cada parcela, cada grupo constó de 80 plantas. A las plantas del grupo control no se les suplementó con ningún tratamiento orgánico. A las plantas del tratamiento experimental se añadió abono orgánico casero (gallinaza, bovino, pulpa de café con bagazo de caña) y abono de tipo comercial (ácido húmico).

Se utilizaron supuestos básicos subyacentes del análisis factorial, pruebas de rango múltiple de Tukey y prueba de medias de Duncan, así como test de Bonferroni para determinar diferencias entre tratamientos (Vergel *et al.*, 2015; Hair *et al.*, 2014).

RESULTADOS

Características del cultivo

Los agricultores manifestaron que el cultivo se desarrolló mejor en tierras donde nunca se sembró cebolla, desplazando las áreas cultivadas hacia la parte alta de la cordillera. Respecto a la asesoría técnica, un 2,1% recibió asesoría por parte de vendedores de agroquímicos y 97,9% cultivaban por tradición, experiencias exitosas de vecinos, como siembra de buena semilla, aplicación de bastante abono químico y orgánico.

La cebolla se propagó vegetativamente por bulbos pequeños obtenidos de la cosecha anterior, dejados en reposo durante 60 d; usan distancias de 30 cm entre surcos y de 0,08 a 0,15 m entre plantas, densidad de

150 a 330 plantas por era y 125.000 a 180.000 plantas por hectárea. Para sembrar una hectárea de cebolla, requirieron en promedio 40 cargas de bulbos.

Referente a la rotación de cultivos, un 81,4% manifestó que lo hizo con fríjol u otra leguminosa; un 2,1% con tomate; 9,2% con cereal; 7,3% optó por dejar el suelo sin cultivo. Los cultivos que respondieron bien a la rotación con cebolla fueron cereales y leguminosas. Muchos de los agricultores que sembraban fríjol lo abandonaron por baja producción, debido a la difusión de la mosca blanca.

Prácticas entre productores mostraron intercambio de semillas; un 28,1% adquirió la semilla verde de otra vereda, un 29,5% de la misma vereda, 42,5% la obtuvo del sistema nacional. En un 84,6% de las fincas predominó la venta de semilla gruesa de varias yemas, para que brotaran varios bulbos por planta de tamaño pequeño. Las enfermedades radiculares generaron cosechas de bulbos muy pequeños, los cuales dejan como semilla, pronosticando cosechas futuras de mala calidad.

La técnica de preparación del terreno dependió de su topografía; un 72% utilizó azadón y un 28% tractor. Los suelos cubiertos de loma de paja, poseen buenas características físicas, pero baja fertilidad, por lo cual aran y aplican grandes cantidades de estiércol de vacunos. En producción, aplicaron gallinaza (80,2%) y bovinaza (19,8%). Un 40,7% utilizó para la siembra dos sacos de abono; 29,1%, tres; 4,6%, cuatro sacos; un 24,6%, cinco sacos y un 1,1%, de seis a siete; en general cubren de 3 a 5 eras con un saco de 50 kg de gallinaza.

Los agricultores que manifestaron abonar con bovinaza, señalaron presencia alta de plagas y enfermedades de raíces y bulbos de la cebolla, siendo la primera cosecha de producción muy baja. El fertilizante Nitron-26® fue el producto más utilizado (69,5%), un 17,3% aplicó fertilizante completo (15-15-15,14-14-14, 10-30-10), el 13,3% de los cultivadores aplicaron urea percibiendo buen desarrollo del cultivo, pero sin analizar el suelo. Entre los cultivadores de cebolla, está arraigado el uso de herbicidas como goal (flurodifeno), aplicada 8 días después de la siembra de los bulbos, y entresacan de modo manual la nueva maleza que brota.

Aplican fungicidas y fertilizantes cuando el cultivo está amarillado o punteando por pudrición en su sistema radicular, desconociendo la causa; hacen

aplicaciones para mejorar el follaje con resultados negativos. La dosis de aplicación de fertilizante varió de un agricultor a otro, según posibilidades económicas, siendo en cada era de 0,5 a 1 kg (66%), un 26,3% aplicó máximo 50 eras por bulto y un 7,4% cubre 100 eras por bulto.

El sistema de riego se caracterizó por aspersión en un 39,6%, en el 53% dominó el riego con manguera y el 7,4% utilizó riego por ramillón con volúmenes de 2.500 a 3.500 m³, frecuencia diaria, de 20-35 m³ ha⁻¹, cintas de 13.000-15.000 m, que soportó un caudal de 2,5 L m⁻¹, en un distanciamiento de goteros de 0,2 m. En promedio aplicaron desde la siembra, dos riegos por semana (31,9%), tres riegos (36,5%) y cuatro riegos el 31,9%, para permitir enraizamiento y brotación pronta, y se continuó cada 3 d, hasta aproximada la cosecha.

Los agricultores aplicaron riego frecuente para evitar que altas proporciones de bovinaza dañaran el cultivo, pero esto produjo un lavado y lixiviado del abono orgánico aplicado; la alta humedad del suelo favoreció el desarrollo de organismos fungosos y bacteriales patógenos de raíces de la cebolla, los cuales fueron diseminados de un lugar a otro por la semilla y radicados por el sistema de siembra de monocultivo. Respecto a correctivos de suelo, los cultivadores de cebolla, en un 17% aplicaron cal para acabar lombrices, no para conseguir el grado de acidez (pH) del suelo.

Amenazas al cultivo

Enfermedades en la cebolla se dieron por bacteria, caracterizadas por: pudrición basal blanca (*Fusarium oxysporum*), raíz rosada (*Pyriochaeta terrestris* Hansen), pudrición bacterial suave (*Erwinia carotovora*), pudrición bacterial agria (*Pseudomonas cepacea* B.), salcocho (*Pythium* spp., *Rizoctonia solani*), pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Bark); por hongos que producen mildew velludo hielo (*Peronospora destructor* Berk.), mancha púrpura (*Alternaria porri* (Ell.)), pudrición ceniza (*Botrytis allii* Munn.), carbón (*Urocystis cepulae* Frost) y tizne (*Colletotrichum circinans*) y agentes nematodos virus produjeron nematodos de bulbo (*Ditylenchus dipsaci* (K)), enanismo amarillo (*Virus del enanismo*).

Cuando la raíz fue atacada por raíz rosada o fusariosis, el follaje de la planta se secó de manera descendente y el cultivo se arrebató ocurriendo la muerte de la planta antes de 70 d. El manejo de raíz rosada sugirió: rotación de cultivo, nutrición, uso de cultivadores

resistentes, y, en pudrición basal: rotación de lote, tratamiento de camas con metilbromide, aplicaciones de metiltiofanato.

Las principales plagas que atacaron el cultivo de cebolla (favorecidas por altas aplicaciones de materia orgánica fresca y cubrimiento de eras con paja picada realizada la siembra), fueron: plagas del suelo, caracoles (*Obeliscus* sp., *Sytrophia* sp.), ciempiés, milpiés (*Oxidus* sp.), tierreros (*Agrotis ipsilon* (H.), *Spodoptera frugiperda* (S.), *Feltia* sp., verraquitos de tierra (*Neocultilla hexadactyla*, *Scapteriscus didactylus* L., *Aeolus* sp.), gusano de alambre (*Conoderus* sp., *Agrotis mancus* Say.), trazadores, babosas (*Deroceras reticulatum* M., *Limax marginatus* M., *Limax gagatex* D.), ácaros de raíz y bulbo, minadores de hoja, comedores de follaje (*Trichoplusia*, *Spodoptera* spp., *Heliothis* spp.), raspadores (*Trips tabaco*, *Epitrix* sp.), chupadores, mosca de raíz (*Hylemia antiqua* M.), chiza (*Ancognata scarabeoides*); plagas diseminadas por utilizar bulbos como semilla. En un 0,7% de las parcelas predominaron los minadores de hojas (*Liriomyza huidobrensis*) y en 99,3% se ubicaron todo tipo de plagas.

Para controlar estas enfermedades, realizaron entre 1 (50,9%) y 3 aplicaciones de fungicidas por semana (0,4%), un 48,8% realizó dos aplicaciones, haciendo mezclas de Dithane[®], Ridomil[®] y Elosal[®], insecticidas utilizados con ingrediente activo fueron: Nadir[®] (Metamidofos), Sistermir[®] (dimetoato), Pirestar[®] (permetrina), Niferex[®] (clortifros), Latigo[®] (clortrifos y cypermetrina), Regen[®] (fipromil), Karate[®] (Landacialotrina), Evisect[®] (thyocyclam hidrogenoxalato), Orthene[®] (acetato), Epingle[®] (pyriproxifen), Sunfire[®] (clorfenapir), Furadan[®] (carbofuran), Eltra[®] (carbosultán), Metavin[®] y Engeo[®] (tiame-toxane). Está difundido el uso de Carbofuran Carbamato[®] y Thiodan[®].

Análisis de producción

En torno al factor económico, 96,8% trabajaron con recursos propios, solo el 3,2% usaron créditos de entidades bancarias o cooperativas. Fue muy frecuente el uso de crédito para compra de pesticidas, directamente en los almacenes agropecuarios.

La producción por carga de siembra, o rendimiento, se relacionó directamente con la altitud sobre el nivel del mar, con coeficiente de correlación $r=0,75$, siendo los rendimientos más bajos (<3 cargas) en un 24,9%, en la zona 1 (<1.400 msnm). La producción media se

dio en la zona 2 (1.400-1.700 msnm) en un 40%, y la mayor producción (>6 cargas) en la zona 3 (>1.700 msnm) en un 35,1%, y se asoció a los años que tiene la zona de estar sembrando cebolla.

Las producciones cada vez fueron más bajas, en zona alta, porque avanzaron paulatinamente las pudriciones radiculares del bulbo y las pudriciones bacteriales, debido a falta de rotación de cultivos, uso de semillas de mala calidad (infestados de hongos y bacterias) y al uso irracional del abono orgánico (bovinaza y gallinaza) en altas dosis.

Al igual que la producción, la rentabilidad aumentó con la altura de la zona ($P \leq 0,05$) (Fig. 1); para propietarios apareceros, siendo negativa y con pérdidas en un 71% de los agricultores de la zona baja (<1.400 msnm); nula en la zona media (1.400-1.800 msnm) y positiva en la zona alta (>1.700 msnm), donde el 89,8% con siembra en zona alta obtuvo ganancias.

La comercialización de la cebolla fue realizada con intermediarios de Ocaña o Ábrego, quienes transportaron el producto a poblaciones de la costa Atlántica y ciudades del centro del país. Los agricultores cebolleros

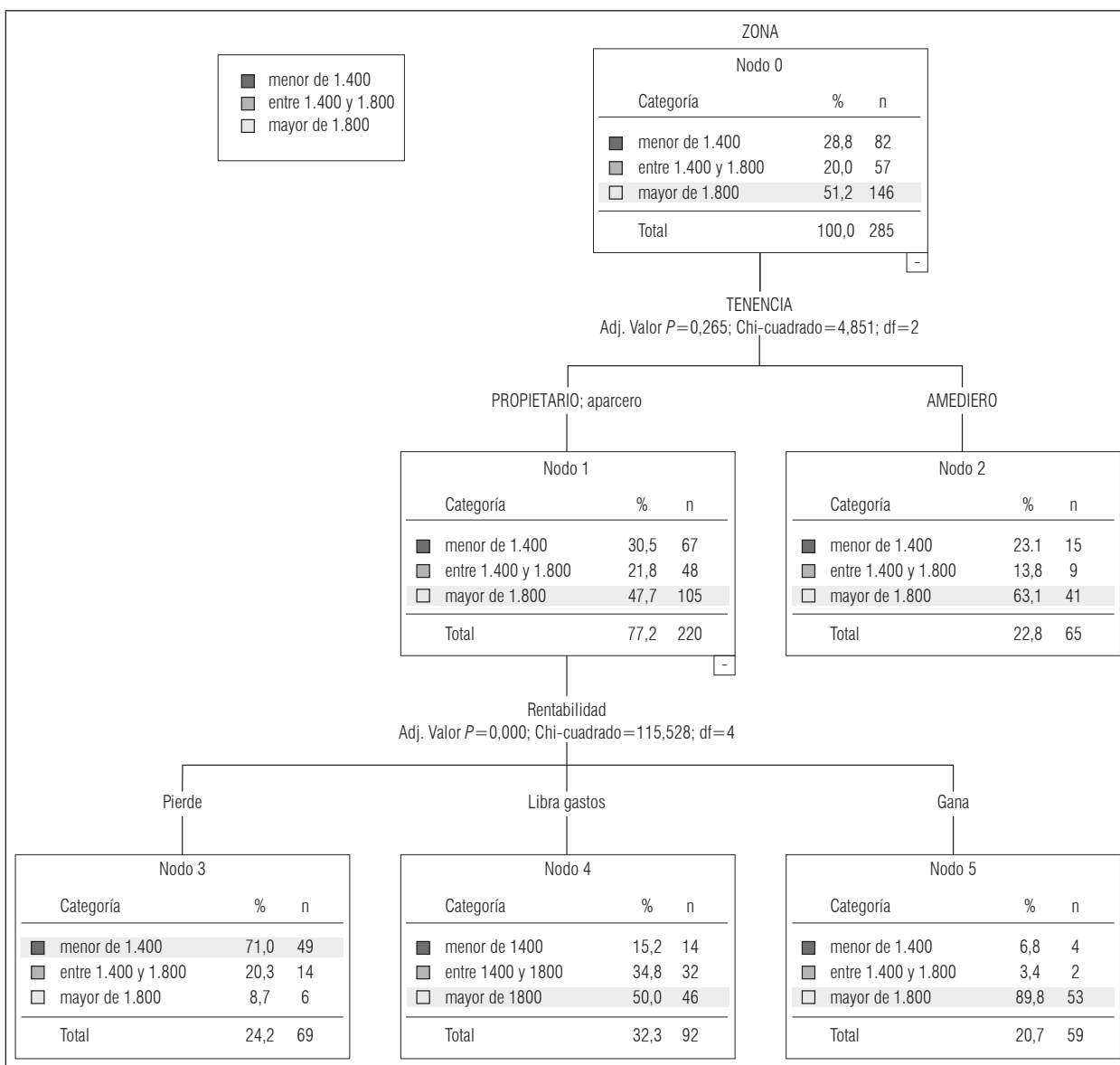


Figura 1. Árbol de clasificación según zona, tenencia y rentabilidad.

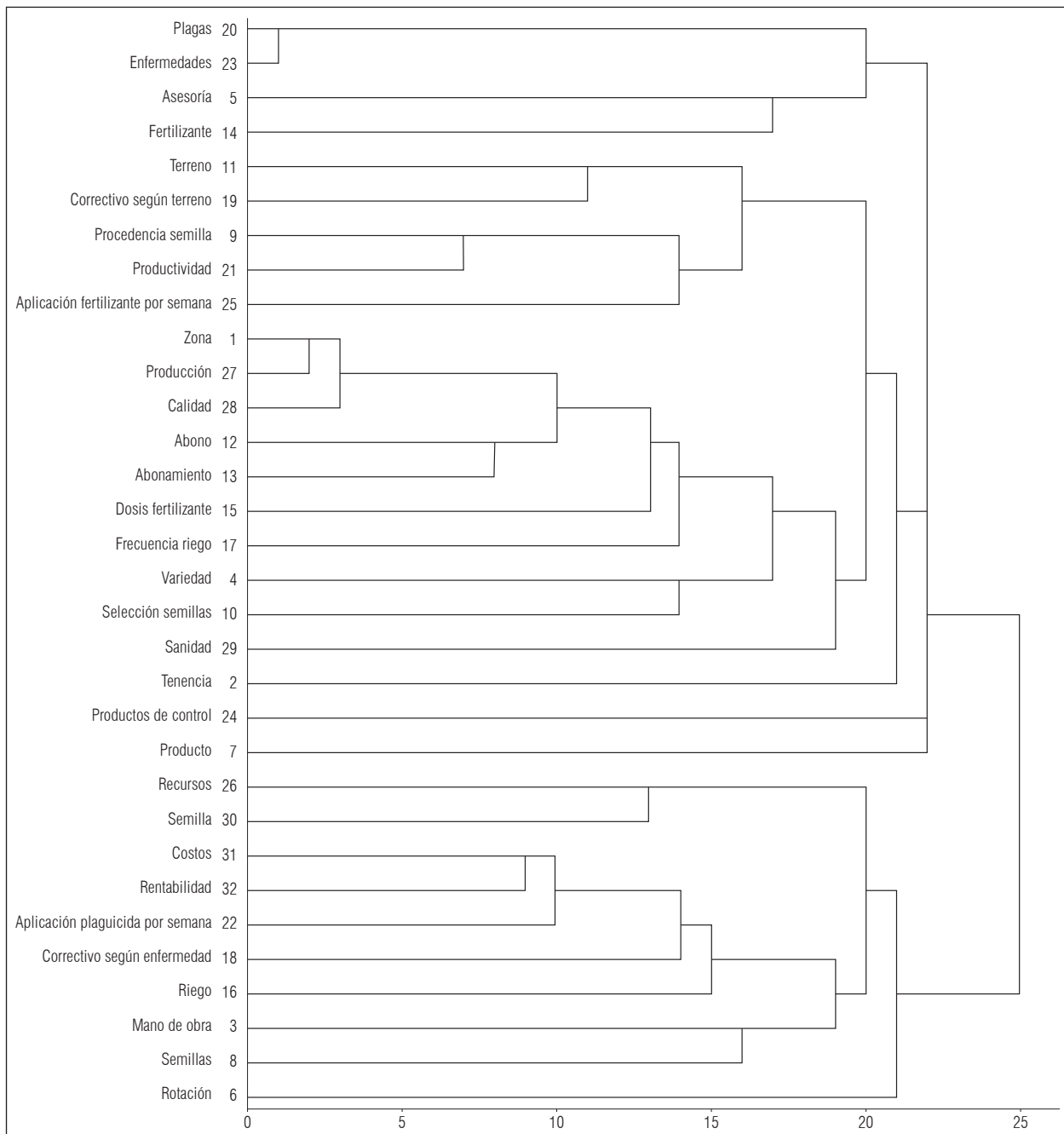


Figura 2. Dendrograma: asociación entre variables.

esperan que los precios de cebolla sobrepasen al umbral de los \$180.000, para obtener ganancias. Agricultores productores de la provincia de Ocaña (105) manifestaron problemas en comercialización al competir con mercados como Perú y Ecuador, con costos de producción bajos, por hectárea hasta \$7.000.000, siembra por semilleros (sexual), mejor calidad del producto, y el precio en Colombia superior \$25.000.000;

sumado al reducido número de predios registrados para exportación, dificultades para cumplir requisitos sanitarios de mercados consumidores internacionales.

El subsector cebolla se observó poco estructurado, con escasa mecanización, baja implementación de infraestructura tecnológica y dificultad para acceder a insumos básicos, reducida capacidad financiera de

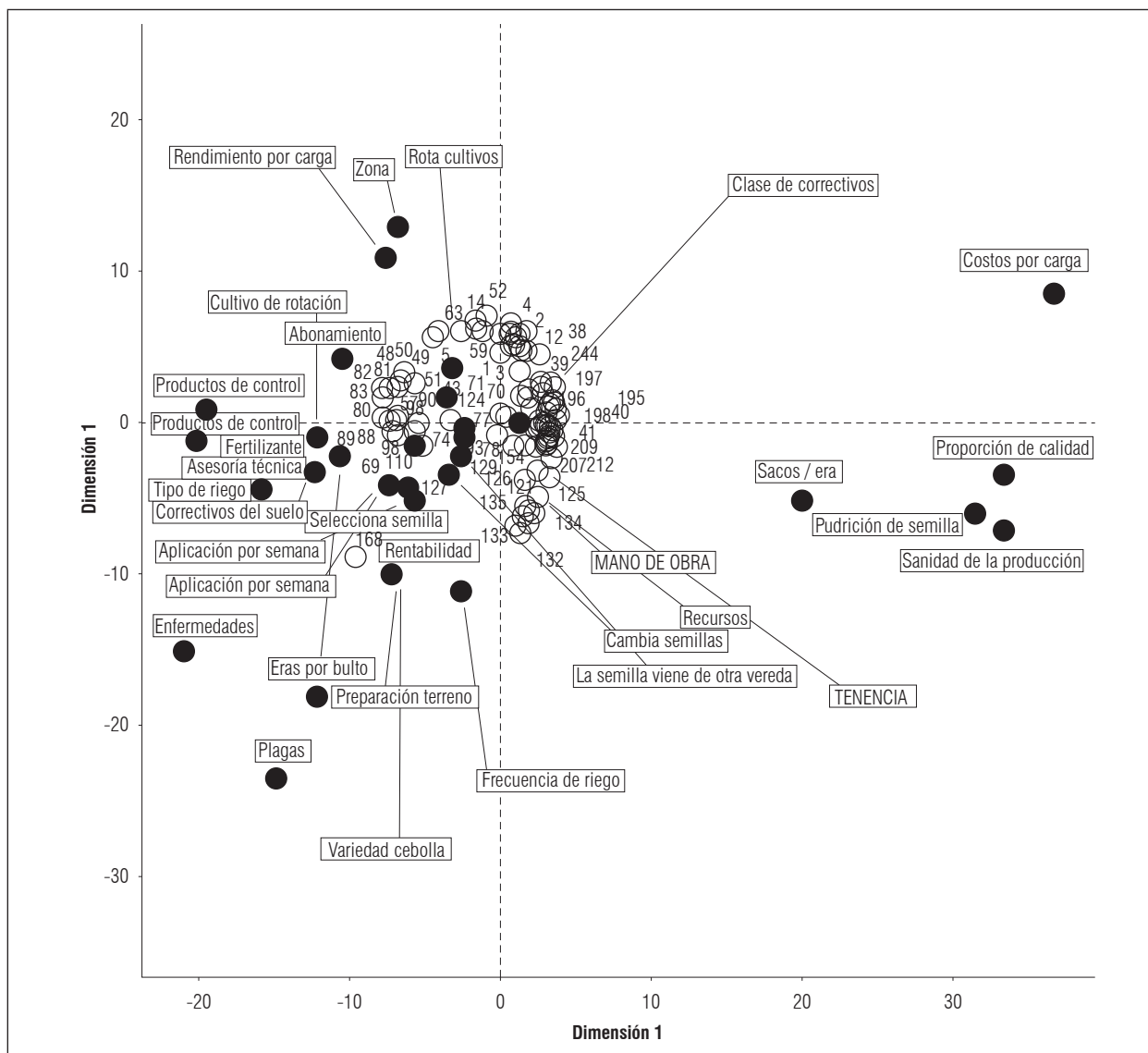


Figura 3. Estructura factorial.

pequeños agricultores, problemas para acceder a créditos, canales de comercialización poco estructurados y alto nivel de intermediación.

Análisis factorial

Los resultados de la verificación de supuestos mostraron un valor del determinante de 0,0000376, el $KMO=0,87$ y la prueba de esfericidad de Barlett arrojó $\chi^2=1.632,72$, $P=0$; niveles de pruebas que garantizaron la adecuación de datos analizados para realizar del análisis factorial. La conformación de clúster (Fig. 2), mostró fuerte asociación de la variable plagas a enfermedades de la cebolla, así como, asociación a

fertilizante y asesoría técnica recibida; terreno tuvo alta asociación con tipo de correctivos; zona se asoció altamente a producción y calidad del producto, asociadas a tipo de abono, preparación y dosis de fertilizantes; variedad se asoció a selección de semilla; costos de producción se asoció a rentabilidad, correctivos, riego, mano de obra, tipo de semillas.

Se obtuvo una configuración tetrafactorial (Fig. 3), donde los pesos factoriales oscilaron entre 0,68 y 0,89. El primer factor, amenazas del cultivo, explicó un 40,5% de la varianza, compuesto por variables clase de correctivos, terreno enfermedades, plagas. El segundo factor, características del terreno, explicó el

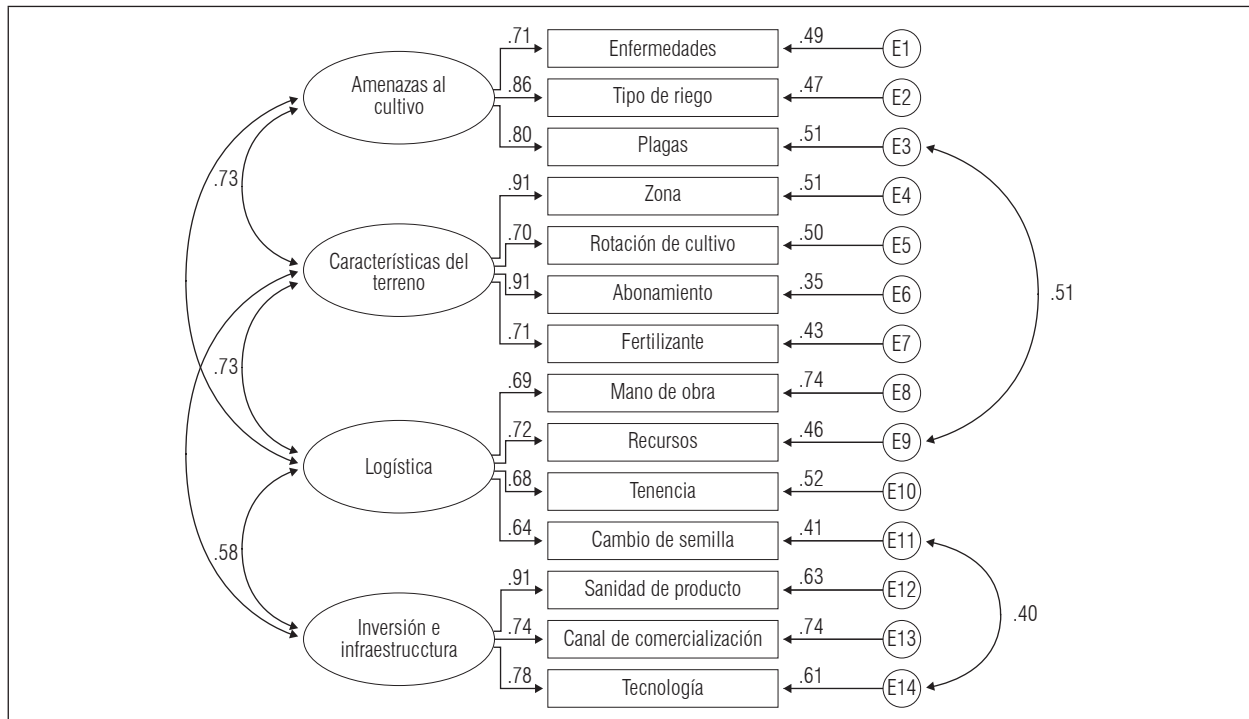


Figura 4. Modelo estimado, AMOS.

8,8% de la varianza, compuesto por zona, rotación de cultivo, abonamiento, fertilizante; un tercer factor, logística, asociado a mano de obra, recursos, tenencia, cambio de semilla, y un cuarto factor, inversión e infraestructura, con variables sacos, rendimiento, tecnología, canales de comercialización, producción, sanidad de producto.

El modelo estructural (Fig. 4) presentó niveles de ajuste apropiados (AGFI=0,829, GFI=0,96, Bollen's IFI=0,925, Qui=97, df=61, $P<0,001$, CFI=0,971, NFI=0,973, RMSEA=0,039), asumiéndose como una forma de analizar la estructura subyacente a la productividad y rendimiento en el cultivo de cebolla en la provincia de Ocaña. Efectos totales estandarizados de la participación asociativa sobre coeficiente Bca 95%, V de Cramer 0,16. La raíz cuadrada del error cuadrático medio (RMSEA) evidencia que tanto la estimación puntual como el intervalo de confianza confirman un elevado grado de ajuste del modelo estimado a los datos.

Los resultados sugirieron una estructura estable de cuatro factores; amenazas del cultivo (a), características del terreno (t), logística (ϕ), inversión e infraestructura (i). Se constituyeron predictores de importancia de la productividad P y rendimiento R , la proporción de

calidad del producto (c), zona (z), abono (b), frecuencia y tipo de riego (r).

$$P_{ij} = 0,73a_j + 0,73t_j + 0,73\phi_j + 0,58i_j + 0,01 \quad (1)$$

$$R_{ij} = 0,91c_j + 0,91z_j + 0,91b_j + 0,86r_j + 0,047 \quad (2)$$

La fase de formación de las hojas fue el periodo crítico en requerimiento de nutrientes, especialmente nitrógeno (Álvarez *et al.*, 2014). Las plantas que tuvieron mayor desarrollo fueron las que recibieron tratamiento con abono comercial. El testigo presentó valores bajos (Ruiz *et al.*, 2007). En la primer y séptima semana existió una diferencia significativa ($P\leq 0,05$) de crecimiento entre grupo pulpa y bagazo respecto al grupo bovinaza y gallinaza, asimismo, entre pulpa y bagazo y abono comercial, entre bovinaza y abono comercial, y grupo gallinaza y abono comercial. El test de Bonferroni (Tab. 2) muestra diferencias de medias entre 0,461 y 16,09, error típico 0,66908, $P=0$.

Con relación al diámetro del bulbo, acorde a la tabla 3, se encontraron diferencias significativas ($P=0,003$), con mayores promedios a tratamientos abono bovino y abono comercial, valores que oscilaron entre 1,55 y 4,1 cm, respectivamente. El testigo

Tabla 1. Niveles de crecimiento por tratamiento (en cm; media \pm desviación estándar).

Semana de tratamiento	Pulpa de café con bagazo de caña	Bovinaza	Gallinaza	Abono comercial
1ª semana	0,413 \pm 0,07	0,678 \pm 0,10	0,674 \pm 0,11	1,075 \pm 0,11
2ª semana	0,833 \pm 0,20	1,381 \pm 0,55	1,281 \pm 0,56	2,564 \pm 0,66
3ª semana	2,728 \pm 0,64	3,846 \pm 0,61	3,747 \pm 0,65	4,688 \pm 1,29
4ª semana	3,2 \pm 0,84	4,88 \pm 0,65	4,78 \pm 0,66	6,55 \pm 1,07
5ª semana	5,184 \pm 1,07	8,249 \pm 1,51	8,149 \pm 1,52	13,49 \pm 4,70
6ª semana	9,406 \pm 0,98	16,558 \pm 2,44	14,588 \pm 2,45	21,852 \pm 2,14
7ª semana	15,201 \pm 1,28	23,643 \pm 1,85	21,693 \pm 1,86	30,298 \pm 1,27

Tabla 2. Test de Bonferroni para diferencia de crecimiento entre los grupos sembrados.

(I) Abonos	(J) Abonos	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Abono gallinaza	Bovino	-,46200*	0,04549	0	-0,5771	-0,3449
	Comercial	-,86100*	0,04549	0	-0,9781	-0,7459
	Pulpa café bagazo caña	,46200*	0,04549	0	0,3449	0,5771
Abono bovino	Comercial	,86100*	0,04549	0	0,7459	0,9781
	Pulpa café bagazo caña	-,46200*	0,04549	0	-0,5171	-0,2849
	Gallinaza	,40100*	0,04549	0	0,2849	0,5171
Abono comercial	Bovino	-7,49200*	0,66907	0	-9,1998	-5,7842
	Pulpa café bagazo caña	-16,09700*	0,66907	0	-17,8048	-14,3892
	Gallinaza	7,49200*	0,66907	0	5,7842	9,1998
Abono pulpa café bagazo caña	Bovino	-8,60500*	0,66907	0	-10,3128	-6,8972
	Comercial	16,09700*	0,66907	0	14,3892	17,8048
	Gallinaza	8,60500*	0,66907	0	6,8972	10,3128

Tabla 3. Análisis de varianza.

Factor	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media de la suma de cuadrados	F	P
Bovinaza	4	191,81	95,91	4,53	0,003
Gallinaza	4	14,33	78,16		
Abono comercial	4	445,52	221,76		
Pulpa de café con bagazo de caña	4	19,61	9,81		
Testigo	4	671,28			
CV: parcela principal (variedad)	10,47%	F. cal variedad	14,23	Tukey	0,001

resultó con el menor promedio (1,55 cm), seguido por pulpa de café con 1,86 cm; gallinaza, con 2,31 cm; abono bovino, con 2,87; abono comercial, con 4,1 cm. Las pruebas de separación de medias de

Duncan mostraron variables estadísticamente diferentes ($P \leq 0,005$) y prueba de rango múltiple de Tukey con $P \leq 0,05$, mostró diferencias significativas para esta variable.

No se encontraron diferencias significativas de la fertilización orgánica, con relación a la productividad y el rendimiento, lo cual estuvo influenciado por tipo de suelo, rotación de cultivo, contenido inicial de materia orgánica del suelo y por lo corto del ciclo de producción de la cebolla. Se observó que con el tratamiento de abono orgánico bovino se registró el mayor número de plantas a cosecha con 180, gallinaza con 176, abono comercial con 169, y el menor promedio con el tratamiento pulpa de café con bagazo de caña, con 165.

DISCUSIÓN

Resultados similares a los encontrados por Coronel y Martínez (2014) mostraron que tratamientos de abono orgánico comercial influyeron estadísticamente en la respuesta fenológica y productiva del cultivo de cebolla, con efectos positivos sobre indicadores de crecimiento. Similar a características de cultivo en Valle del Cauca, de acuerdo con Vallejo y Estrada (2004) los suelos fueron enriquecidos con gallinaza o estiércol bovino compostado en cantidades que variaron entre 8-12 t ha⁻¹, aplicada al momento de la surcada. Sin embargo, en la región el abuso de estos abonos generó proliferación de plagas. Se obtuvieron resultados opuestos a los manifiestos por Álvarez *et al.* (2014) quienes, al evaluar desarrollo fenológico, y características productivas, fisicoquímicas de la cebolla en Apatzigán (México), no encontraron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización química común y abono bovino con base en guano de murciélago.

Con relación al estiércol bovino, resultados similares a Flores *et al.* (2012), quienes evaluaron biofertilizante compuesto por 20 kg de estiércol bovino en 40 L de agua, fermentado por 5 d adicionando luego nutrientes minerales y aeróbico, pero fermentándolo con 1,5 kg de azúcar para el control de trips, determinaron productividad y peso fresco del bulbo, indicando que no hubo diferencias con relación al control en estas variables.

Acorde a Duque *et al.* (2010), el peso fresco y el peso seco de hojas mantuvieron estrecha relación durante el periodo vegetativo y lograron su mayor incremento a 50 d. De acuerdo con Quintero (2010), una producción de 30 t ha⁻¹ extrae del suelo 64 kg de N, 64 kg de P₂O₅, 118 kg ha⁻¹ de K₂O; cifras indicaron selectividad en capacidad de captación de nutrientes por parte de la cebolla ocañera con contenidos de

fósforo en el suelo altos variando de 80 a 150 ppm. En coincidencia con Kandil *et al.* (2013), el trasplante realizado más temprano promovió la producción de mayor cantidad de hojas, posibilitando mayor actividad fotosintética de la planta y aumento de acumulación de materia seca en el bulbo, debido a condiciones climáticas favorables en zona alta.

Teniendo en cuenta planteamientos de Gómez *et al.* (2013), la mayor producción de bulbos comerciales se logró 20 d después de iniciarse el doblamiento del follaje. El déficit de humedad en el suelo influyó significativamente en la disminución del peso y tamaño de bulbos con mayor efecto en el nivel del 50% de humedad en el suelo, acorde a Estrada *et al.* (2015).

Al igual que Fischer *et al.* (2014) en sus estudios sobre el cultivo de uchuva, en la cebolla ocañera también se observaron problemas de índole fitopatológica (hongos) con control químico difícil debido a uso inadecuado de fungicidas y resistencia del hongo a estos. Y, tal como señaló Pinzón (2009), problemas de bacterias, nemátodos y de semillas, causando incremento de costos de producción, baja en los rendimientos, desplazamiento de cultivos buscando suelos no infectados. Según Sánchez *et al.* (2015), se puede plantear un método combinado biofumigación y microorganismos antagonistas, con aislamientos *T. harzianum* T4 (aislamiento comercial) y *Trichoderma* T14, tolerantes al efecto biofumigante.

Similar a Neira (2014), la cebolla sufrió pérdidas de rendimiento comercial cercanas al 60% por competencia de malezas ligado a la competencia subterránea incidiendo en la reducción de crecimiento y acumulación de biomasa de las plantas de cebolla.

En Ocaña, en la primera época se obtuvo mayor número de hojas, diámetro de bulbo, se obtuvo, mientras que mayor porcentaje de peso oreado en la tercera época, coincidente con resultados de Silva *et al.* (2015), quienes mostraron un patrón estacional de oferta con un máximo en segundo y cuarto trimestre del año disminuyendo precios, y, menor producción en primer y tercer trimestre, alcanzando mejores precios.

El análisis de mercado mundial planteó el incremento en un 19% de la superficie de área sembrada de cebolla (FAO, 2013), produciendo más de 1.100 millones de toneladas (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2014); mientras en Ocaña, la superficie sembrada disminuyó en un 32% y el promedio de producción disminuyó en un 45%, siendo reemplazado el cultivo

de cebolla por cultivo de ají, caso semejante a producción en Chile como lo planteó Flaño (2014).

La comercialización, según Armendariz (2012), se vio afectada por el transporte, la recepción, el almacenamiento, y el procesado. Innovar prácticas de abonamiento, implementando la preparación y uso de abono fermentado orgánico aeróbico, y vivo, que lleve microorganismos fungosos y bacteriales, favorece el cultivo y contrarresta las infecciones de fitopatógenos (Yang y Miao, 2010).

CONCLUSIONES

Factores como amenazas, características del terreno, logística, inversión e infraestructura se asociaron a la producción de la cebolla en la provincia de Ocaña. Variables explicativas fueron zona, variedad, plagas, tecnología, y canales de comercialización. Se constituyeron predictores de importancia de la productividad y rendimiento, la proporción de calidad del producto, zona, abono, frecuencia y tipo de riego.

Amenazas al cultivo como problemas fitosanitarios se asociaron a causas en deficientes prácticas, sistema tradicionalista del monocultivo, deficiente manejo de plagas y enfermedades con manejo netamente químico, preparación de suelo con alta dosis de bovinaza o gallinaza, frecuencia de riego, uso generalizado del sistema de propagación vegetativa, e inasistencia técnica al productor. Amenaza latente se relacionaron a enfermedades fungosas patera (*Fusarium* spp.), raíz rosada (*Pyrenochaeta terrestris*) y producciones bacteriales, causadas por *Erwinia* sp. y *Pseudomonas* sp., así como la presencia y ataque al cultivo por plagas de caracoles, cien pies, mil pies, comedores de follaje, minador de hojas, trips, pulguilla negra y mosca de la raíz; los cuales fueron problemas generalizados de la zona de Ocaña.

Existe diferencia significativa en el efecto de fertilización entre abonos orgánicos caseros y abono comercial donde el tratamiento con abono orgánico comercial produce efectos positivos sobre los indicadores de crecimiento, desarrollo y rendimiento.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue posible por el apoyo de la Vicerrectoría de investigación de la Dirección Nacional de Escuelas de la Policía Nacional (DINAE), en el marco

del proyecto "Cultivo de la cebolla y su comportamiento en la provincia de Ocaña" (Grupo de investigación Quetelet) y a la Universidad Francisco de Paula Santander (Grupo Euler). Los autores agradecen a productores de la provincia de Ocaña por su colaboración en los trabajos de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., S. Venegas, C. Soto, A. Chávez y L. Zavala. 2014. Uso de fertilizantes químicos y orgánicos en cebolla en Apatzingán, Michoacán, México. Rev. Avanc. Investig. Agropecu. 15 (2), 29-43.
- Armendariz, J. 2012. Seguridad e higiene en la manipulación de alimentos. 2ª ed. Paraninfo, Madrid.
- Coronel, M. y A. Martínez. 2014. Producción y crecimiento de cebolla china (*Allium fistulosum*) utilizando dos fórmulas de abono orgánico en condiciones ambientales. Cienc. Tecnol. Rev. Desarro. 1(1), 38-45.
- Duque, C., C. Perdomo y J. Jaramillo. 2010. Estudio de crecimiento y absorción de nitrógeno, fósforo y potasio en cebolla, *Allium cepa* L., variedad ocañera. Acta Agron. 39(3-4), 45-53.
- Estrada, W., E. Lescay, A. Álvarez y Y. Maceo. 2015. Niveles de humedad en el suelo en la producción de bulbos de cebolla. Agron. Mesoam. 26(1), 111-117. Doi: 10.15517/am.v26i1.16934
- Fischer, G., P. Almanza-Merchán y D. Miranda. 2014. Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). Rev. Bras. Frutic. 36(1), 1-15. Doi: 10.1590/0100-2945-441/13
- Flaño, A. 2014. El mercado de la cebolla. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). En: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1413914996Cebolla201410.pdf; consulta: noviembre de 2014.
- Flores, P., F. Gavi, E. Torres y E. Hernández. 2012. Lixiviación de potasio y contenidos nutrimentales en suelo y alfalfa en respuesta a dosis de vinaza. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(5), 833-846.
- FAO. 2013. Faostat. Food and Agriculture Organization, Roma.
- Gómez, S., S. Aguirre y N. Piraneque. 2013. Manual de horticultura. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá.
- Goncalves, P., M. Jara y S. Sethuraman. 2015. A stochastic burgers equation from a class of microscopic interactions. Ann. Probab. 43(1), 286-338. Doi: 10.1214/13-AOP878
- Hair, J., R. Anderson, B. Barry y W. Black. 2014. Análisis multivariante. 7ª ed. Prentice Hall, México.

- Hu, L. y P.M. Bentler. 1999. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct. Equ. Model.* 6(1), 1-55. Doi: 10.1080/10705519909540118
- Kandil, A., A. Sharief y H. Fathalla. 2013. Effects of transplanting dates of some onions cultivars on vegetative growth, yield and its quality. *ESci J. Crop Prod.* 2(3), 72-82.
- Neira, F. 2014. Rol de la biomasa aérea y subterránea del yuyo moro (*Acroptilon repens* L.) en la pérdida de rendimiento de la cebolla (*Allium cepa* L.) cv. Valcatorce INTA. Trabajo de grado. Facultad de Licenciaturas, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires.
- Noor, A., Z. Khan, P. Goel, M. Kumar, G. Agarwal y N. Khan. 2014. Optimization of deep drilling process parameters of AISI 321 steel using Taguchi method. *Procedia Mater. Sci.* 6(1), 1217-1225.
- Ozer, N. y L. Arin. 2014. Evaluation of fungal antagonists to control black mold disease under field conditions and to induce the accumulation of antifungal compounds in onion following seed and set treatment. *Crop Prot.* 65(1), 21-28. Doi: 10.1016/j.cropro.2014.06.027
- Pacheco, E., J. Bohórquez y M. Vergel. 2009. Caracterización del cultivo de cebolla en la provincia de Ocaña. p. 172. En: *Memorias Tercer Congreso Colombiano de Horticultura y Simposio Internacional de Cebolla y Ajo en el Trópico.* Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas, Bogotá.
- Pinzón, H. 2009. Los cultivos de cebolla y ajo en Colombia: estado del arte y perspectivas. *Rev. Colomb. Cienc. Hortic.* 3(1), 45-55. Doi: 10.17584/rcch.2009v3i1.1198
- Quintero, R. 2010. La cebolla Ocañera. En: *Instituto Colombiano Agropecuario. Manual de Hortalizas.* ICA, Bogotá.
- Ruiz, C., T. Russián y D. Tua. 2007. Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. *Agron. Trop.* 57(1), 7-14.
- Saini, V., Z. Khan y A. Noor. 2013. Optimization of wire electric discharge machining of composite material (Al6061/SICP) using Taguchi Method. *Int. J. Mech. Prod. Eng.* 2(1), 61-64.
- Sánchez, A.D., V. Barrera, G.E. Reybet y M.C. Sosa. 2015. Biocontrol con *Trichoderma* spp. de *Fusarium oxysporum* causal del mal de almácigos en pre y post emergencia en cebolla. *Rev. Fac. Agron.* 114(1), 61-70.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. 2014. Panorama de la cebolla. En: [http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Cebolla%20\(jul%202014\).pdf](http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Panorama%20Cebolla%20(jul%202014).pdf), consulta: noviembre de 2014.
- Silva, H., C. Enciso y F. González. 2015. Características morfológicas y cualitativas de variedades de cebolla en tres épocas de trasplante. *Rev. Investig. Agr.* 17(1), 36-45. Doi: 10.18004/investig.agrar.2015.junio.36-45
- Tesfay, S., I. Bertling, A. Odindo, P. Greenfield y T. Workneh. 2011. Growth responses of tropical onion cultivars to photoperiod and temperature based on growing degree days. *Afr. J. Biotechnol.* 10(71), 15.875-15.882.
- Tutar, M., H. Aydin, C. Yuce, N. Yavuz y A. Bayram. 2014. The optimization of process parameters for friction stir spot-welded AA3003-H12 aluminum alloy using a Taguchi orthogonal array. *Mater. Des.* 63(1), 789-797. Doi: 10.1016/j.matdes.2014.07.003
- Vallejo, F. y E. Estrada. 2004. Producción de hortalizas en clima cálido. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Vergel, M., J. Martínez y S. Zafra. 2015. Validez de instrumento para medir la calidad de vida en la juventud: VIHDA. *Rev. Logos Cienc. Tecnol.* 7(1), 20-28
- Vergel-Ortega, M., J. Martínez L. y J.F. Nieto. 2016. Validez de instrumento para medir el aprendizaje creativo. *Rev. Comun. Estad.* 9(2), 239-254. Doi: 10.15332/s2027-3355.2016.0002.04
- Yang, F. y L. Miao. 2010. Adaptive responses to progressive drought stress in two poplar species originating from different altitudes. *Silva Fennica* 44(1), 23-27. Doi: 10.14214/sf.160