

OBTENCIÓN DE CEBOLLA DE BULBO *Allium cepa* L. CON BAJO NIVEL DE ACEITE VOLÁTIL PROPANOTIAL

Fecha de Recepción: Diciembre 10 de 2006

Fecha de Aceptación: Febrero 20 de 2007

John Edward Herrera Quintero *
Eliana Andrea Noreña Patiño **
Sindy Alexandra Vallejo Saldarriaga **

RESUMEN

El estudio se orienta hacia la obtención de cebolla de bulbo *Allium cepa* L, con bajo contenido de aceite volátil propanotial, mediante la producción hidropónica, utilizando diferentes concentraciones en los nutrientes que contienen Azufre(S), debido a que la generación del propanotial está ligada a la presencia de éste. El propanotial al entrar en contacto con el agua se descompone dando propanal, ácido sulfúrico y ácido sulfhídrico. Este último se cree es el causante de la reacción de lagrimeo. También el azufre está ligado a la generación de alitosis por medio de las sustancias dipropildisulfuro o alilpropildisulfuro. Se dispuso de 6 camas (Largo (125 cm.), ancho (105 cm.), profundidad (10 cm.)) que contenían como sustrato mezcla de arena y cascarilla de arroz, la densidad de siembra se varió entre (10x10) y (20x20). Las camas se dividieron en dos líneas (A y B), siendo A las que contaban con nutrición sin falta de Azufre y las B con deficiencia en Azufre en la alimentación. Las plantulas se sembraron y se nutrieron por un periodo de tres meses. Se realizó la cosecha y se comenzó a tomar los datos referente a peso, diámetro polar y ecuatorial, ph y grados brix, también se realizó el análisis sensorial en base a las pruebas de kruskal-walls. Las cebolla que se nutrieron normalmente su tendencia de forma fue ancha en el diámetro con tendencia aplanada, mientras que las que sufrieron modificación en el suministro de azufre su forma fue alargada. Las cebollas con mayor peso fueron las del tratamiento las del

* Ingeniero Agroindustrial, Especialista en Administración de Empresas. Coordinador de Investigación Área de Ingeniería, Codirector del grupo de investigación Procesos de los Alimentos. Director Semillero de Investigación cebolla de bulbo. Docente Universitario. Facultad de Postgrados. Universidad La Gran Colombia

** Estudiantes Investigadores de Ingeniería Agroindustrial:

tratamiento A. Los tratamientos A tuvieron un aroma fuerte mientras que los B no tanto, aun siendo muy similar la percepción. Los tratamientos A generaron llorosa- miento en el momento del corte, mientras que B no fue tan marcado. Los tratamien- tos A presentaron el sabor característico fuerte, mientras que las cebollas del trata- miento B no presentaron el sabor fuerte característico de la cebolla de bulbo. Se concluye que si es posible obtener cebolla con bajo contenido de ácido propanotial, mediante la modificación en la nutrición con azufre, sin necesidad de hacer manipula- ción genética o contar con variedades que cumplan con este requisito.

ABSTRACT

The study points towards the obtaining of onion *Alliums* bulb stock L, with low propanotial volatile oil content, by means of the hydroponic production, using diffe- rent single concentrations in the nutrients that contain Sulphur (S), because the generation of the propanotial is bound to the presence of this one. The propanotial, when making contact with the water, is disturbed giving propane, sulfuric acid and sulphydric acid. This last one created is the cause of the tear reaction. Also sulphur is bounded to the generation of alitosis by means of the substances dipropildisulphur or alilpropildisulphur. It had 6 beds (Long (125 cm.), wide (105 cm.), depth (10 cm.)) that contained a substrate sand mixture and rice husk, the density of sowing was varied between (10x10) and (20x20). The beds were divided in two lines (To and B), being To which counted on nutrition without lack of Sulphurs and the B with Sulphur deficiency in the feeding. Beddings were seeded and they were nourished during a period of three months. The harvest was made and it was begun to take the data referring to the weight, polar and equatorial diameter, ph and brix degrees, a senso- rial analysis was also made on the basis of the tests of kruskal-walls. The form of the onion which was normally nourished tended to be wide in diameter with a flattened tendency, those that suffered a modification in the sulfur provision were extended shaped. The onions with greater weight were those of treatment A. Treatments To had a strong aroma whereas the B not as much, even being very similar in perception. Treatments To generated Crying in the moment of the cut, whereas B was not marked so. Treatments To presented the characteristic strong flavor, whereas the onions of treatment B did not present the flavor characteristic of the bulb onion. One concludes that if it is possible to obtain an onion with low propanotial acid content, by means of the modification in the nutrition with sulphur, with no need to make genetic manipulation or to count on varieties that fulfill this requirement.

ANTECEDENTES

El Semillero de Investigación de **OBTENCIÓN DE CEBOLLA DE BUL- BO *Allium cepa* L. CON BAJO NIVEL DE ACEITE VOLÁTIL PROPANOTIAL PARA CONSUMO EN FRESCO**, surgió como el resultado de la inquietud que generó una publicación encontrada en la revista UGCiencias¹; que muestra los resultados de una investigación realiza- da en Inglaterra donde se demostró que

disminuyendo las concentraciones de azufre se puede obtener una cebolla dulce.

Científicos japoneses (Shinsuke Imai y su equipo) de la compañía; House Foods, conocen la enzima (de-

¹ UGCiencias N°5. Informativo de Ciencia y Tecnología de la Unidad de Investigación de la U.G.C. Armenia. Septiembre/ 2004.Pag 41-43.

nominada: «síntesis del factor lacrimógeno») que provoca el químico que hace llorar y dicen que esta no esta vinculada con el sabor de la cebolla, por ello podrían manipularla genéticamente. La investigación ha sido motivo de estudio durante 8 años. Esta información al respecto no se encuentra muy disponible, pues faltan dos años de experimentación para que la sociedad en general la conozca.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo obtener cebolla de bulbo con bajo nivel de aceite propanotial para el consumo en fresco?

NUTRICIÓN HIDROPÓNICA DEL CULTIVO

Los nutrientes se prepararon de la siguiente forma:

Tabla # 1: NUTRIENTE MAYOR (para preparar 20Lt de concentrado)

FERTILIZANTE REQUERIDO	GRAMOS
FOSFATO MONOAMONICO MAP	720
NITRATO DE CALCIO	4160
NITRATO DE POTASIO	2200

Fuente: *HIDROPONIA FAMILIAR EN EL EJE CAFETERO COLOMBIANO Cesar H. Marulanda Tabares. Armenia Colombia; Diciembre del 2000.*

Tabla # 2: NUTRIENTE MENOR (para preparar 8Lt de concentrado)

FERTILIZANTE REQUERIDO	GRAMOS	FERTILIZANTE REQUERIDO	GRAMOS
SULFATO DE MAGNESIO	984	SULFATO DE ZINC	2.4
NITRATO DE MAGNESIO	828	ACIDO BORICO	15.6
SULFATO DE MANGANESO	4	MOLIBDATO DE AMONIO	0.04
SULFATO DE COBRE	0.96	KELATO DE HIERRO	33.84
CITRATO FERRICO AMONICAL	16.92		

Fuente: *HIDROPONIA FAMILIAR EN EL EJE CAFETERO COLOMBIANO Cesar H. Marulanda Tabares. Armenia Colombia; Diciembre del 2000.*

Clima y Altitud: Temperatura promedio de 23°C y 1200 msnm.

ASPECTOS BIOQUIMICOS

El sentido del olfato forma parte de nuestro sistema sensorial químico, o los quimiosensores. Las moléculas microscópicas que se liberan a nuestro alrededor (por los alimentos, las flores, etc.) son las que van a estimular estas células sensoriales. Una vez que

las células detectan las moléculas envían un mensaje a nuestro cerebro, donde el olor es identificado.

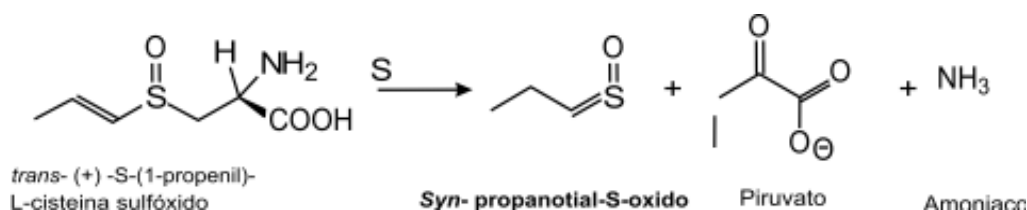
Estas células nerviosas se encuentran en la parte superior del interior de la nariz y se conectan directamente al cerebro. Nuestro sentido del olfato es

también influido por algo llamado el sentido químico común. Este sentido incluye las terminaciones nerviosas en nuestros ojos, nariz, boca y garganta, especialmente en las superficies húmedas. más allá del olfato y el gusto, estas terminaciones nerviosas nos ayudan a sentir otras sensaciones que son estimuladas por diferentes sustancias, y que producen lágrimas en los ojos al cortar una cebolla o la sensación refrescante de la menta.

¿Por qué la cebolla nos hace llorar?

Las cebollas contienen **trans-(+)-s-(1-propenil)-l-cisteina sulfóxido**, una molécula que es inodora. Cuando se corta la cebolla se produce roturas celulares que permiten a un enzima llamada **alinasa** entrar en contacto con el **trans-(+)-s-(1-propenil)-l-cisteina sulfóxido**, produciendo, piruvato, amoniaco y **syn-propanotal-s-óxido**. Ésta última molécula es la responsable de la irritación ocular y del lagrimeo.

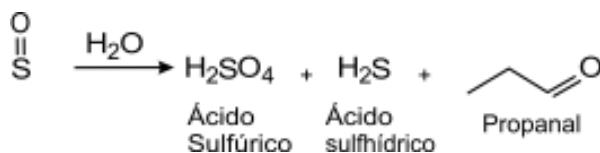
Figura 1. Reacción catalizada por la *alinasa*.



No se sabe con certeza porqué este propanotal es lacrimógeno, pero se cree es debido a que en contacto con el agua se descompone dando popanal, ácido sulfúrico y ácido sulfhídrico (figura 2). Posiblemente es el ácido sulfúrico, un ácido muy fuerte, el que daña la membrana conjuntival produciendo el lagrimeo.

drico (figura 2). Posiblemente es el ácido sulfúrico, un ácido muy fuerte, el que daña la membrana conjuntival produciendo el lagrimeo.

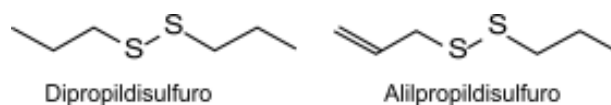
Figura 2. Descomposición del propanotal.



El mal olor que deja la cebolla es debido a varias sustancias azufradas presentes en la cebolla: el **ácido sulfhídrico** producido en la reacción anterior (figura 2), huele a huevos podridos, pero no es la única sustancia presente en la

cebolla que produce mal olor; otros productos azufrados, como el **dipropildisulfuro** o el **alilpropildisulfuro** también colaboran a generar mal aliento (figura 3).

Figura 3. Sustancias culpables del mal olor producido por comer cebolla.



EL AZUFRE. El azufre es un nutriente secundario y esta presente en casi todas las proteínas de las plantas. Generalmente es absorbido por las plantas por el suelo, pero también lo toman de la atmósfera.

Las bacterias desempeñan un papel en el ciclo del azufre, pues transforman los compuestos del azufre (incluyendo la descomposición de las proteínas), en iones de sulfato ($\text{SO}_4^{=}$), ácido sulfúrico y sulfuro de dimetilo (CH_3SCH_3) como productos principales. Estos en contacto con la atmósfera son oxidados y se convierten en bióxido de azufre, posterior a esta vienen otras oxidaciones, así como la disolución de este compuesto en aguas lluvias provocan la formación de ácido sulfhídrico y sulfatos, que se precipitan en el sustrato.

Forma parte constituyente de las proteínas (cistina, cisteína, metionina) y de vitaminas (biotina), es constituyente de las distintas enzimas con el sulfidrilo (SH^-) como grupo activo, que actúan en el ciclo de los hidratos de carbono y en los lípidos (en la oxidación de los ácidos grasos, como la coenzima A, CoA), Interviene en los mecanismos de óxido-reducción de las células (con el glutatión), Interviene en la estructura terciaria de las proteínas; las proteínas se ordenan en grandes cadenas moleculares, el azufre ayuda a la constitución de estas macromoléculas además de formar parte de los aminoácidos. El azufre actúa sobre el contenido de azúcar de los frutos, a pesar de que el contenido de almidón también puede estimarse; sin embargo no puede hablarse de una elevación del contenido de almidón por la fertilización el azufre. Este elemento contribuye en la formación de la clo-

rofila, a un desarrollo más acelerado del sistema radicular y de las bacterias nodulares, que asimilan el nitrógeno atmosférico, que viven en simbiosis con las leguminosas.

METODOLOGÍA

Los pasos que se siguieron en la investigación son los siguientes:

- El análisis de los diferentes sistemas de producción. (Suelo – Hidropónico), para su elección.
- Se realizó el sondeo sobre la variedad de cebolla mas consumida en COLOMBIA.
- Se identificaron las variables a ser manipuladas.
- Se determino el del diseño experimental, con sus respectiva población y muestra, instrumentos de medición e instrumentos y procedimientos para la obtención de datos
- Se implementó el cultivo
- Se realizó la obtención de los datos.
- Se realizó el análisis de datos.

TIPO DE INVESTIGACIÓN DE TIPO EXPERIMENTAL

TÉCNICAS:

Se realizaron por medio de pruebas de laboratorio y sensoriales.

INSTRUMENTOS

Pruebas organolépticas en la cebolla amarilla obtenida. Se realizaron en base a las pruebas de kruskal-walls, estableciendo paneles de control con respecto al:

- Sabor: En donde, en promedio 6 personas por tratamiento cataron y

calificaron la cebolla en tres posiciones amargo, nada y dulce.

- Aroma: Olieron la cebolla y calificarán el olor en muy fuerte, fuerte o no fuerte.
- Lagrimeo: En esta prueba la persona realizó el troceado de una cebolla; dependiendo de la sensación de la persona en su sistema visual se calificaba en lagrimeo, no lagrimeo.

La escala de medición y el panel de control se realizarán bajo las pruebas de kruskal-walls.

Pruebas que se establecieron bajo el diseño de mediciones repetitivas con pruebas de Tukey. Estas son:

Pruebas físicas. Se tuvo en cuenta los aspectos como el diámetro polar, el ecuatorial y peso.

Pruebas químicas. En estas se realizaron pruebas de grados °Brix y Ph.

Metodología de los contenedores hidropónicos. Se diseñaron 6 contenedores forrados con plástico negro de 5 micras, con las siguientes dimensiones: Largo (125 cm.), ancho (105 cm.), profundidad (10 cm.), y un germinador. La distancia entre plantas fue de 10x10 y 20*20.

Metodología de nutrición. Se aplicaron diferentes tratamientos para las camas, dosificándose la entrega de Azufre. Se agregaron 2.5 cc/Lt de los elementos mayores y 1 cc/Lt del elemento menorlos las primeras semanas, luego se pasó a 5 y 2 respectivamente. Se diseñaron 6 parcelas de la siguiente manera:

CAMA	SUSTRATO ARENA-CASCARILLA	DENSIDAD DE SIEMBRA	NUTRICION ELEMENTOS MAYORES	NUTRICION ELEMENTOS MENORES
A1	50-50	10*20	NORMAL	NORMAL
A2	40-60	10*20	NORMAL	NORMAL
A3	40-60	10*10	NORMAL	NORMAL
B1	50-50	10*20	NORMAL	Sin ningún sulfato
B2	40-60	10*20	NORMAL	Sin sulfato de magnesio
B3	40-60	10*10	NORMAL	Sin ningún sulfato

Los nutrientes se agregaron diariamente según especificaciones de nutrición y se dejaba el día domingo solo para ser regado con agua sin nutriente con el fin de realizar el lavado y no generar una intoxicación por sobre nutrición.

RESULTADOS

Los diferentes tipos de siembra se notaron cambios, como los tratamientos **A**, en los cuales se alimentaron con la nutrición adecuada y en uno de los tratamientos se agregó una sobre alimentación. Observamos como al sobrealimentarla los bulbos cosechados eran mucho mas grandes, además de que el momento de las pruebas organolépticas eran mucho mas fuertes; con respecto a las dos clases de siembra vimos como los surcos de 10x10 obtuvieron obviamente mayor producción y en la competencia por el alimento no se obtuvieron desventajas físicas notables, pues todas tuvieron un peso promedio, al igual que las propiedades.

La producción de los contenedores **B**, obviamente tuvo algunas desventajas frente a las **A**; pues estas no poseían la nutrición recomendada, cada contenedor **B** tenía una variante de nutrición, es decir existía ausencia o un

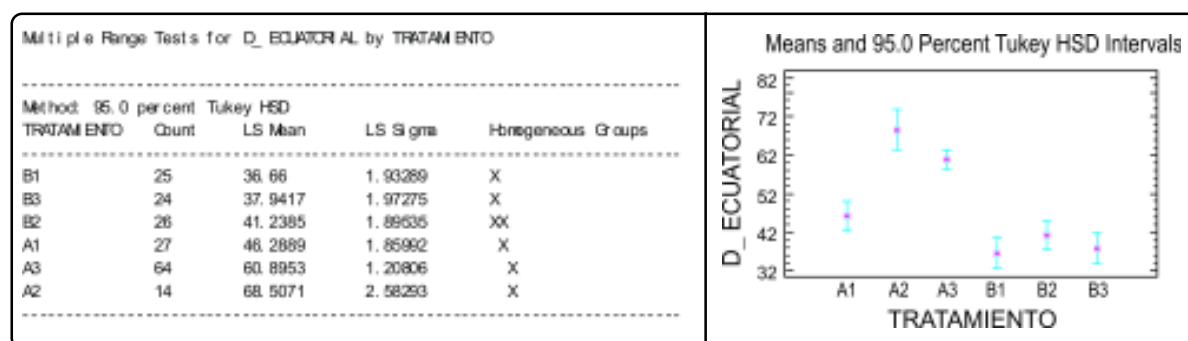
cambio de los compuestos que tenían azufre. Por ello, al ser el azufre la sustancia que permite en la planta obtener el color verde, así como el crecimiento vigoroso; su deficiencia causo tallos endebles, cortos de color, en ocasiones amarillo y el desarrollo fue muy lento y raquítico. A pesar de ello, la cebolla amarilla producida cumplió con los objetivos que se querían alcanzar; pues la pungencia que deja la cebolla común no era notoria en esta, al igual al picarla no irritaba el sistema visual.

En una de las variedades de cebolla **B** se produjo un gel, coloide que se esta estudiando pues aun no se conoce sus causas, ni sus compuestos.

En la prueba de identificación del azufre se vio, como la matriz no permitía manejarse y por ello provocaba la explosión de los ácidos. Por lo cual no se pudo cuantificar la cantidad de azufre presente en las cebollas amarillas de los contenedores **B**.

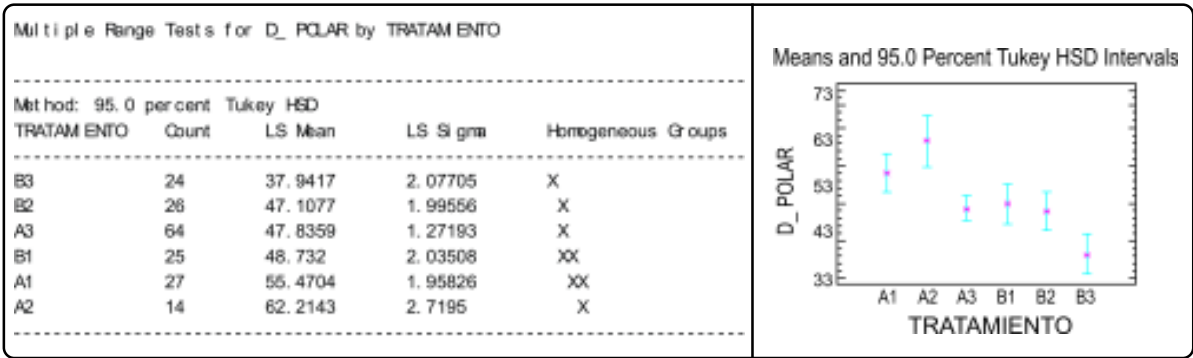
ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Pruebas físicas y químicas

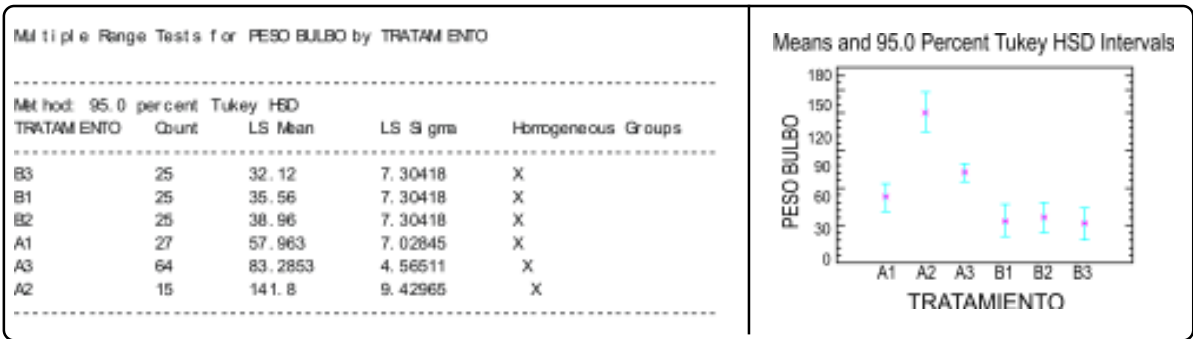


Se aprecia un efecto altamente significativo de los tratamientos sobre el diámetro ecuatorial (p -Value=0.0000)

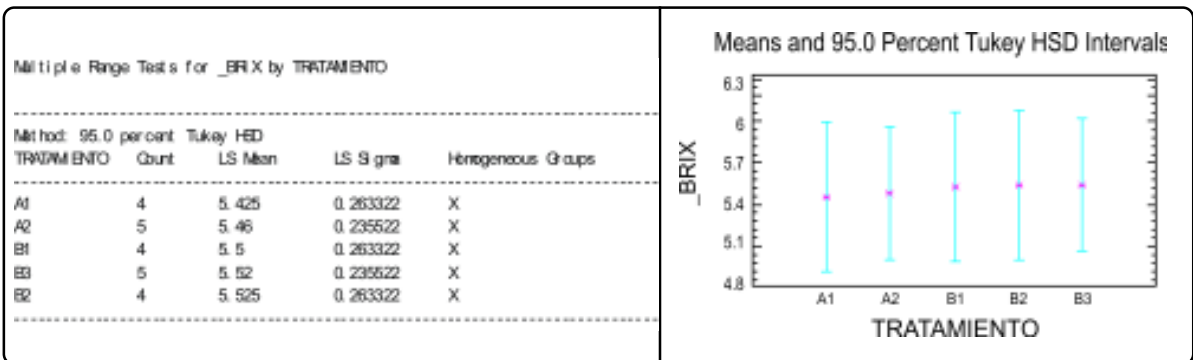
Los tratamientos con mayor diámetro ecuatorial son A2 y A3, respectivamente, los cuales difieren significativamente de los demás.



Se aprecia efecto altamente significativo (p-value=0.0000)
 El mejor tratamiento es A2, mientras que el de menor diámetro polar es B3.

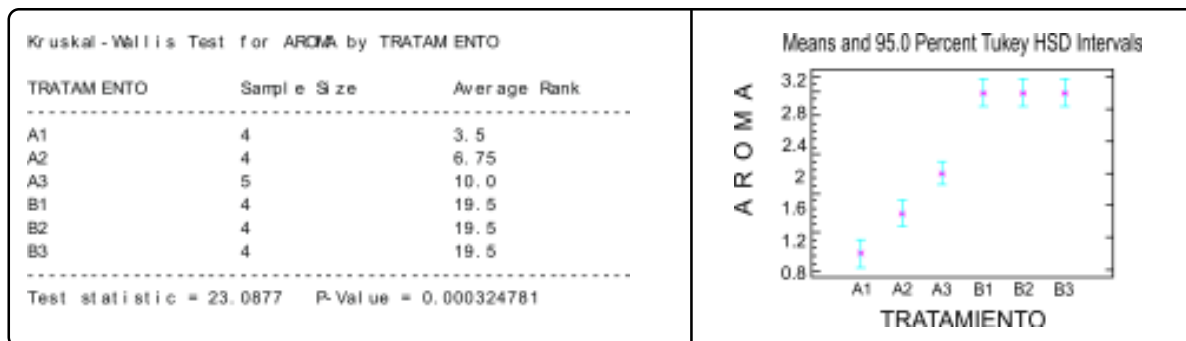


Efecto altamente significativo (p-value=0.0000)
 El tratamiento con mayor peso de bulbo fue A2, el cual difiere significativamente de los demás, siendo los de menor peso B3, B1, B2 y A1, respectivamente.

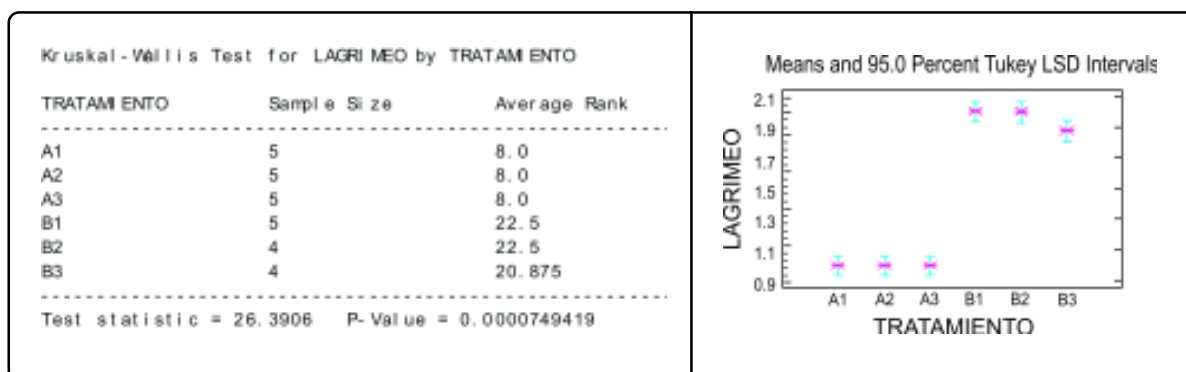


El efecto no es significativo (p-value=0.9983)
 Todos los tratamientos se comportan de forma similar.

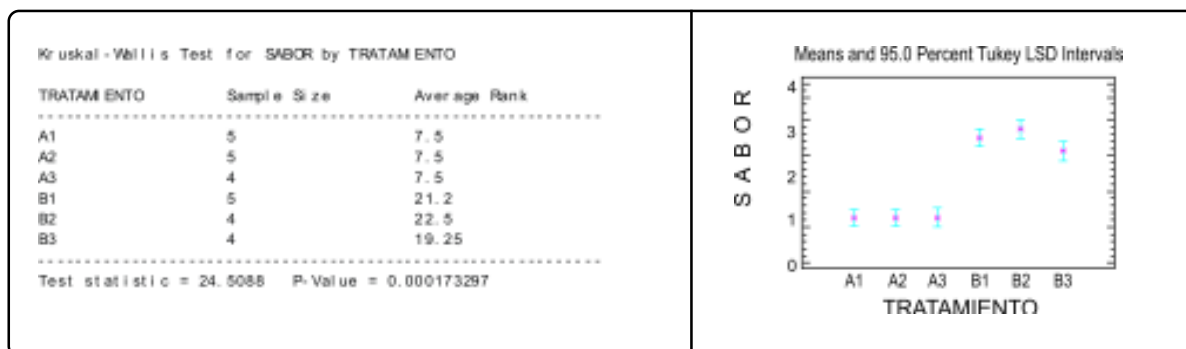
Pruebas organolépticas



Efecto altamente significativo ($p\text{-value}=0.000324781$) y B3, B2 y B1 son aquellos de mejor aroma y difieren significativamente entre ellos.



Efecto altamente significativo ($p\text{-value}=0.000749419$) y B3, B2 y B1 son aquellos de menor lagrimeo y difieren significativamente entre ellos.



Efecto altamente significativo ($p\text{-value}=0.000173297$) y B3, B2 y B1 son aquellos de menor lagrimeo y difieren significativamente entre ellos.

Análisis correlacionado. Podemos observar que las cebollas que se nutrieron normalmente su tendencia de forma fueron anchas en el diámetro con tendencia aplanada, mientras que las que sufrieron modificación en el suministro de azufre su forma tendió a ser alargada.

Tabla resumen de los datos encontrados.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Diámetro Ecuatorial (mm)	46.28	68.51	60.89	36.66	41.23	37.94
Diámetro Polar (mm)	55.47	62.21	47.83	48.732	47.10	37.94
PESO (GR)	57.96	141.8	83.28	35.56	38.96	32.12
pH	5.42	5.46	5.35	5.5	5.52	5.52
AROMA	3.5	6.75	10	19.5	19.5	19.5
LAGRIMA	8	8	8	22.5	22.5	20.87
SABOR	7.5	7.5	7.5	21.2	22.5	19.25

Fuente: Los Autores.

La cebolla que tuvo el mayor peso fue la del tratamiento A2, la cual se sobre alimentó generando un peso casi duplicado con las mismas del tratamiento a pesar de que se encontraban con una densidad de siembra mayor.

Los tratamientos A tuvieron un aroma fuerte mientras que los B no tanto, la percepción en estos últimos no mostró una variación significativa entre ellos.

Los tratamientos A generaron llorosamiento en el momento del corte, mientras que en los B no fue tan marcado y el que presentó la menor percepción fue el B3.

Los tratamientos A presentaron el sabor característico fuerte, siendo el mayor por los comentarios realizados por los panelistas, aunque no fue registrado en la calificación, el tratamiento A2 los hacía llorar más.

El pH en la cebolla no tuvo variación significativa en los diferentes ensayos.

También podemos concluir que producir cebolla bajo el sistema hidropónico es una buena opción, pues se pueden obtener producciones mayores que las generadas bajo cultivo en suelo. Este caso se aplica en los tratamientos A, donde la producción fue dos veces más por área que la de suelo, la producción corriente esta en 35 a 50 Tn/ha.

Debido a la escasez de azufre en la nutrición las plantas se alteraron sus procesos metabólicos y la síntesis de proteínas. E influyó en el desarrollo de las plantas. Lo se debido a los trastornos fisiológicos, manifestándose en los siguientes puntos: Crecimiento lento, debilidad estructural de la planta, tallos cortos y pobres, Clorosis en hojas jóvenes, un amarillamiento principalmente en los «nervios» foliares e inclusive aparición de manchas oscuras (por ejemplo, en la papa), Desarrollo prematuro de las yemas laterales, formación de los frutos incompleta.

BIBLIOGRAFÍA

- MARULANDA TABARES, Cesar H. HIDROPONIA FAMILIAR EN EL EJE CAFETERO COLOMBIANO.. Armenia Colombia; Diciembre del 2000.
- MARULANDA TABARES, Cesar H. Manual Técnico. La Huerta Hidropónica Popular. FAO. Chile. 2003.
- CASTAÑEDA, Francisco. Institución de Nutrición de Centro América (INCAP) Organización Panamericana de la Salud (OPS). Manual de Cultivos Hidropónicos Populares: Producción de verduras sin usar la tierra. Guatemala, 1997.
- UGCiencias. Informativo de ciencia y tecnología de la unidad de investigación de la U.G.C. Armenia. Septiembre del 2004 cartilla 05.
- Revista ASIVA. Abril- junio/ 2005. Palmira Valle
- Agricultura de las América. La revista del sector agropecuario. Octubre del 2005.
- Corpei Colombia. El mercado de la cebolla en colombia. Marketing & consulting. Bogota – colombia, diciembre de 2001
- Caldeyro Stajano, Martín. Hidroponía Simplificada. FAO. Ecuador. 2001.