

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Manejo de Nutrición Considerando Capacidad de Extracción de Fertilizante en
la Producción de Calabacita

Por:

RODRIGO JIMÉNEZ VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Manejo de Nutrición Considerando Capacidad de Extracción de Fertilizante en
la Producción de Calabacita

Por:

RODRIGO JIMÉNEZ VELASCO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:




Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal




M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martinez

Coasesor



M.C. Rommel de la Garza Garza

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2019

AGRADECIMIENTOS

Dios:

Le doy gracias a Dios por todas las bendiciones que me ha dado, por tener la dicha de culminar esta etapa, además de haberme guiado en mis decisiones que tome, que aunque no siempre fueron las más acertadas siempre estuvo conmigo y por tener la dicha de haberme dado a la mejor familia.

A mi Alma Mater:

Por haberme permitido gozar de sus instalaciones por ser como una segunda casa para mí, por haber tenido la dicha de ser un alumno más de la mejor Universidad, Por tener la dicha de haber vivido muchas de las experiencias que me hicieron cada vez ser mejor como persona, además de haberme formado como profesional.

Al Doctor Leobardo Bañuelos Herrera:

Le doy gracias por los conocimientos transmitidos, que me han sido de gran utilidad, por los consejos, además de su disponibilidad, ya que siempre que le pido ayuda sobre algún tema que no conozco, ha mostrado interés y disponibilidad, le agradezco por el tiempo brindado, además por la ayuda de este trabajo de investigación.

Siendo usted un excelente profesor

A la M.C Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Gracias por su disponibilidad, además de sus conocimientos transmitidos y el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al M.C Rommel de la Garza Garza

Por su valioso tiempo brindado, además de sus consejos y sugerencias para la realización de este trabajo.

Al ingeniero Carlos Guerrero Ayala

Por la amistad y el apoyo brindado para la realización de este trabajo de investigación.

A todos los maestros:

Por su disponibilidad, además de todos los conocimientos transmitidos que han sido de gran importancia para mi formación personal.

A todos mis amigos Buitres:

Gracias por todos los momentos, experiencias, además por su apoyo brindado, que sin duda alguna se convirtieron en mi familia gracias por todo y sin duda alguna sé que serán unos excelentes Ingenieros.

DEDICATORIA

A mis padres:

Rodrigo Jiménez Villalvazo y María de Jesús Velasco Martínez

Principalmente les dedico este trabajo porque gracias a ustedes, es que he podido realizar una de mis principales metas.

Gracias por ser las personas más maravillosas de verdad que estoy tan agradecido por tenerlos como padres, ustedes son lo más valioso que tengo, gracias por todos los consejos, la ayuda, la motivación que siempre me dieron, por ese apoyo para nunca desistir, en verdad que no tengo como agradecerles que sin ustedes nada de esto sería posible.

A mi padre: PAPÁ gracias de verdad por todas las enseñanzas, conocimientos y experiencias que me has brindado, eres el mejor padre, te agradezco por luchar y ser tan trabajador, yo sé que tengo al mejor padre, al hombre que más admiro, eres una persona demasiado fuerte, yo sé que lograras todo lo que tú te propongas, porque eres demasiado inteligente y dedicado a todo lo que haces eres mi ejemplo a seguir TE AMO PAPÁ.

A mi madre: MAMÁ eres la persona más cariñosa y atenta, de verdad muchísimas gracias por todo tu apoyo incondicional, eres la persona que más admiro por tu fortaleza, de verdad que sin duda alguna tengo a la mejor madre del mundo, siempre escucho tus consejos porque eres la persona en la que más confié, la mujer que tanto admiro gracias por tus consejos que siempre los llevo presentes además de llevarte siempre presente con migo, TE AMO MAMÁ.

A mis hermanas: Fernanda y Alejandra, Gracias por apoyarme en todas mis locuras, de verdad sin ustedes no sé qué haría, ustedes son lo más importante que tengo, yo sé que ustedes lograrán lo que se propongan porque son demasiado inteligentes, saben que siempre estaré para ustedes, saben que siempre tendrán un hermano que las cuidará, LAS AMO MIS VIEJAS CHULAS.

A mis abuelos:

Gracias por el apoyo brindado, por sus cuidados, la experiencia y los consejos que me han servido muchísimo por ser tan importantes en mi vida, mi respeto y admiración para ustedes. Gracias por haberme transmitido su sangre además del gusto por el campo, LOS AMO.

A mi novia:

Gracias por el apoyo incondicional, por la motivación, por ser mi motor de impulso todos los días, gracias por cruzarte en mi camino y ser esa mujer tan sencilla, e importante y especial, eres lo mejor que tengo vieja chula TE AMO.

A mis tíos:

Gracias por los conocimientos y el apoyo brindado que sin duda alguna me han servido bastante gracias por todo.

Índice General

	Página
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	III
ÍNDICE GENERAL	V
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XII
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen	4
Importancia del cultivo	4
Producción de calabacita a nivel internacional y nacional.....	5
Nivel internacional	5
Nivel nacional	6
Clasificación taxonómica	7
Descripción botánica	7
Sistema radical...	8
Tallos	8
Hojas	8
Flores	8
Frutos	9
Semilla	9
Requerimientos edafoclimáticos	9
Temperatura y altitud	9
Suelo	10
Precipitación	10
Fecha de siembra	10
Labores culturales	11

Preparación de suelo	11
Siembra y trasplante	11
Marco de plantación	12
Control de plagas y enfermedades	12
Cosecha	12
Post cosecha	13
Nutrición en la calabacita	13
La relación entre el rendimiento de los cultivos y la fertilización	13
Fertirriego	14
Soluciones nutritivas reproductivas y vegetativas	14
Mecanismos de adsorción y absorción de nutrimentos desde el suelo a la planta.....	15
Transporte pasivo	15
Transporte activo	16
Transporte de nutrientes en la planta	16
Movilidad en la planta	17
Funciones de los elementos en las plantas	17
Los nutrientes en las plantas	17
Nitrógeno (N)	18
Fosforo (P)	18
Potasio (K)	18
Calcio (Ca)	19
Magnesio (Mg)	19
Azufre (S)	20
Boro (B)	20
Hierro (Fe)	21
Manganeso (Mn)	21
Zinc (Zn)	22
Cobre (Cu)	22
Sodio y Cloruro como elementos nocivos	23

Balance de nutrientes	23
Enfermedades en las plantas y nutrición mineral	23
La nutrición mineral en previene las enfermedades de las plantas	24
El mismo nutriente en distintos efectos	24
El efecto de la conductividad eléctrica en las plantas	25
El efecto de la salinidad en el suelo	25
Los daños directos que causa la salinidad en el suelo	25
Optimización de las dosis de fertilización	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
Sitio experimental	27
Características del sitio experimental	27
Suelo	27
Material genético	28
Preparación del terreno	28
Establecimiento de la parcela experimental	28
Siembra	29
Fertilización	29
Riego	29
Control de plagas y enfermedades	29
Preparación de soluciones nutritivas	30
Diseño del experimento	31
Modelo estadístico	31
Descripción de factores	32
Variables evaluadas	32
Rendimiento total (RT)	32
Producción por planta (PP)	32
Frutos por planta (FP)	32
Peso del fruto (PF)	32
Diámetro ecuatorial (DP)	33
Diámetro polar (DE)	33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
Rendimiento total (RT)	34
Producción por planta (PP)	38
Frutos por planta (FP)	42
Peso del fruto (PF)	46
Diámetro ecuatorial (DE)	49
Diámetro polar (DP)	53
V. CONCLUSIÓN	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. LITERATURA CITADA	60
VIII. APÉNDICE	63

ÍNDICE DE CUADROS

No. Cuadro	Título	Página
2.1	Comercio exterior 2012-2017.....	6
2.2	Principales estados productores	7
3.1	Resultados del análisis de suelo del sitio experimental	28
3.2	Porcentaje de participación de cada fertilizante, utilizado para la elaboración de la solución vegetativa	30
3.3	Porcentaje de participación de cada fertilizante, utilizado para la elaboración de la solución reproductiva	31
3.4	Descripción de tratamientos	33
4.1	Cuadros medios de las variables evaluadas para capacidad de extracción en calabacita	34

ÍNDICE DE FIGURAS

No. de figura	Título	Página
4.1	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable rendimiento total (RT).....	35
4.2	Respuesta de la calabacita al factor A, (tipo de solución nutritiva), para la variable rendimiento total (RT).....	37
4.3	Respuesta de la calabacita al factor B, (capacidad de extracción en Kg/Ha/año), para la variable rendimiento total (RT).....	38
4.4	Respuesta de la calabacita al factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable producción por planta (PP).....	39
4.5	Respuesta de la calabacita al factor B, (Capacidad de extracción), para la variable producción por planta (PP).....	40
4.6	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable producción por planta (PP).....	42
4.7	Respuesta de la calabacita al factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable frutos por planta (FP).....	43
4.8	Respuesta de la calabacita al factor B, (Capacidad de extracción), para la variable frutos por planta (FP).....	44
4.9	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable frutos por planta (FP).....	46

4.10	Respuesta de la calabacita al factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable peso del fruto (PF).....	47
4.11	Respuesta de la calabacita al factor B, (Capacidad de extracción), para la variable peso del fruto (PF)...	48
4.12	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable peso del fruto (PF).....	49
4.13	Respuesta de la calabacita al factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro ecuatorial (DE).....	50
4.14	Respuesta de la calabacita al factor B, (Capacidad de extracción), para la variable diámetro ecuatorial (DE).....	51
4.15	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable diámetro ecuatorial (DE).....	53
4.16	Respuesta de la calabacita al factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro polar (DP).....	54
4.17	Respuesta de la calabacita al factor B, (Capacidad de extracción), para la variable diámetro polar (DP)..	55
4.18	Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable diámetro polar (DP).....	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo 16 de septiembre al 23 de Noviembre del 2017 en un predio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la Col. Buenavista, en Saltillo Coahuila, el objetivo de esta investigación fue; determinar la capacidad de extracción de fertilizantes por el cultivo de calabacita, que para el productor brinde un soporte técnico, para la obtención de buenos rendimientos, de acuerdo a una fertilización correctamente balanceada y completa (macro-elementos y micro-elementos) al realizar el experimento se observaron plantas muy sanas, cercas del experimento se tenía otro lote de producción donde se manejó una fertilización tradicional y se observó plantas con problemas fitosanitarios. Las condiciones en el que se estableció el cultivo fueron a campo abierto, con un sistema de fertirriego y la utilización de acolchado. Los tratamientos se evaluaron en cosecha, se consideró que las condiciones del cultivo no eran homogéneas, por lo que se optó por utilizar un diseño de bloque al azar con arreglo factorial, A x B (2x5), se obtuvieron 10 tratamientos con 3 repeticiones, con un total de 30 unidades experimentales y 10 plantas por cada unidad experimental. Para el factor A (tipo de solución nutritiva) A.1 Vegetativa y A.2 Reproductiva. Factor B (capacidad de extracción) B1 500 Kg de fertilizante/Ha/año, B2 750 Kg de fertilizante/Ha/año, B3 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, B4 1,250 Kg de fertilizante/Ha/año y B5 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año. Las variables evaluadas fueron las siguientes: Rendimiento Total (RT), Producción por Planta (PP), Frutos por Planta (FP), Peso del Fruto (PF), Diámetro Ecuatorial (DE) y Diámetro Polar (DP). Los resultados para la variable (RT) y (PP) cuando se emplea una solución con tendencia vegetativa, utilizando 500 Kg/Ha/año de extracción de fertilizante, se muestran los mejores resultados para esta variable. Para la variable (FP), teniendo el mejor resultado con una solución de tipo vegetativa con un capacidad de 500 Kg fertilizante/Ha/año. En la variable (PF), para el factor A se encuentra una respuesta estadística significativa, utilizando una solución de tipo reproductiva dándole un mejor peso al fruto. La variable (DE) y (DP) muestra diferencia significativa en el factor A, mostrando un mayor incremento de diámetro para las variables, empleando una solución de tipo reproductiva, esto es favorable si se desea la extracción de semillas pero para la producción de fruto inmaduro es mejor emplear una solución de tipo vegetativa.

Palabras clave: Calabacita, nutrición, capacidad de extracción, fertirriego, acolchado, unidades experimentales y fertilizantes.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de las hortalizas se ha incrementado en los últimos años significativamente y el cultivo de la calabacita por su demanda ha tomado mucha importancia.

El principal uso de esta hortaliza es su consumo en fresco como fruto inmaduro, ya sea para consumo nacional o de exportación, es preferida por su alto valor nutricional y el consumo anual per cápita es de 1.6 kg en México (SIAP, 2017).

Son cultivos más rentables y requieren una mayor cantidad de mano de obra, por lo tanto es una importante fuente generadora de empleos por la intensidad del manejo que como repercusión genera movimiento y flujo de dinero, además generadora de divisas por su alta factibilidad de ser exportada.

En 2016 la superficie sembrada con calabacita en México posibilita que la producción alcanzara el mayor volumen registrado históricamente. El volumen de la producción nacional ascendió considerablemente desde 399,000 toneladas en 2013 a 502,000 toneladas en 2016 a nivel nacional. (SIAP, 2017).

El primer productor mundial de calabacita es China con un total de 7'241,409 toneladas, la superficie cosechada en China representa el 19.6% de la total mundial. México es el sexto productor mundial con 550,410 toneladas. El 75.5% de la producción total aproximadamente se exporta y su origen y destino comercial es Estados Unidos, (SIAP, 2017). Los principales estados productores son los siguientes: Sonora, Puebla, Sinaloa, Michoacán, Hidalgo, Zacatecas, Jalisco, Morelos, Yucatán y México. Recalcando que Sonora obtiene casi mil 500 millones de pesos por la venta de calabacita; esto representa 45.3 % del valor total de la producción Nacional dentro de todas las especies.

Hortícolas La calabacita ocupa el 3.4% de toda la producción de hortalizas en México, (SIAP, 2017)La producción de calabacita se realiza principalmente a campo abierto, aunque hay lugares donde se comienza a sembrar bajo condiciones de invernadero, se comenta que es menos viable pero una de las ventajas, es que se puede producir cuando se tienen las mejores ventanas de comercio que es en el periodo de invierno, donde alcanza los mejores precios.

La producción de calabacita se ha visto afectada por diversos factores, tales como: el cambio climático que afecta el comportamiento de variedades y/o híbridos, problemas con plagas y enfermedades, que influyen de manera negativa sobre la capacidad productiva y calidad de los frutos.

Por otro lado, los productores tienen problemas con el suelo y una de las causas posibles, es el manejo inadecuado de los productos químicos tales como insecticidas, fungicidas, bactericidas, el uso excesivo de los fertilizantes. La calidad y cantidad del agua son factores tan importantes que se tienen que tomar en cuenta para la optimización del desarrollo del cultivo.

Es necesario, adoptar técnicas de producción que permitan el uso eficiente de estos, para poder obtener mejores rendimientos, es importante concientizar a los productores del uso de estos agroquímicos, ya que se tendrían muchos beneficios: reducción costos, incremento de la producción, esto se debe principalmente al uso adecuado de los fertilizantes, evitando la acumulación de sales en los suelos, provocando un mejor desarrollo en la planta, lo cual se transmitirá al final de cuentas el rendimiento, una buena nutrición balanceada y completa, permite obtener plantas con menos problemas fitosanitarios.

De acuerdo a la problemática que enfrenta el productor es necesario generar programas de nutrición adecuados, incorporando una nutrición balanceada, completa con base en análisis de suelos, análisis de agua. De acuerdo a lo anterior se establece lo siguiente:

Objetivos

1). Determinar la capacidad de extracción de nutrientes, con la finalidad de generar un balance nutricional adecuado en el suelo y lograr que se exprese al máximo la capacidad productiva de la especie en campo.

2). Determinar una formulación adecuada que permita la obtención de rendimientos aceptables y frutos de buena calidad.

Hipótesis

1). Una buena producción de calidad y cantidad sin la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizantes.

2.) El tipo de fórmula a manejar, influye de manera significativa sobre el rendimiento y calidad de los frutos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

Las especies cultivadas del género *Cucúrbita*, son del continente americano. Estas plantas se han domesticado y desarrollado, brindando el complemento alimentario necesario, para la subsistencia de los pueblos originarios de numerosas culturas mesoamericanas.

La calabacita pertenece a la familia Cucurbitaceae, algunas especies son nativas de México, el género *Cucúrbita* en el que se engloban las calabacitas, son de origen Americano. (Vela, 2016).

La *Cucúrbita pepo* fue una especie ampliamente distribuida en el norte de México y el suroeste de los EE.UU. desde el año 7,000 a.C.

Las variedades de calabacita que se siembran actualmente, son semillas mejoradas genéticamente en América en los últimos 50 años, obtenidas principalmente de material genético proveniente de Italia (Rosales, 2007)

Importancia del cultivo

La producción de hortalizas en México se ha incrementado de manera considerable, debido a que la población va también en aumento, por lo que la agricultura necesita ser eficiente, es decir, producir más en menor espacio y con el mínimo costo. Por lo anterior cada vez se encuentran más agricultores que buscan hacer el uso de nuevas tecnologías para mejorar en cuanto a calidad y rendimiento. Además un sistema de nutrición amigable, con el medio ambiente, (Guerrero, 2018).

La calabacita, es una de las especies hortícolas más cultivada en México a nivel comercial y la mayor parte se exporta, dirigiéndose la producción principalmente a Estados Unidos y Canadá.

En la actualidad el uso y consumo de las diversas especies de la calabaza son muy amplios. Bien pueden servir como parte de algún platillo como fruto inmaduro o también como uso forrajero como fruto maduro, sobre todo de ganado avícola, bovino e incluso equino. Además el fruto, se usa la pulpa, se aprovecha la semilla, a la que se le pueden dar dos usos: la extracción de aceite o en la elaboración de botanas comúnmente llamadas pepitas. De la planta, también se puede utilizar para consumo humano la flor, que forma parte de una amplia variedad de platillos tradicionales de nuestro país, (Bautista, 2009).

El cultivo de cucurbitáceas es de gran importancia a nivel mundial. En México se ha incrementado considerablemente en el noroeste, siendo la región agrícola de la Costa de Hermosillo donde se ha constituido como las principales hortalizas en los últimos 10 años, cuya producción se exporta a Estados Unidos en su mayoría, generando divisas y mano de obra, tan importante en el campo mexicano, (Herrera, 2013).

El fruto es rico en antioxidantes de flavonoides como zeaxantina, caroteno y luteína, que juegan un rol significativo en retardar el envejecimiento y prevenir enfermedades por sus propiedades de detectar radicales libres.

La calabacita también es una maravillosa fuente de potasio, un elemento amigable al corazón que ayuda a moderar su presión sanguínea y se contrapone a los efectos dañinos del sodio. Una calabacita contiene más potasio que un plátano. La calabacita es rica en vitaminas de complejo B, folato, B6, B1, B2, B3, y colina, así como minerales como hierro, manganeso y fósforo, (Alimentos saludables, 2012).

Producción de calabacita a nivel internacional y nacional

Nivel Internacional.

El 96.1% del valor de las exportaciones del vegetal, corresponden a las erogaciones efectuadas por Estados Unidos para su adquisición. Las ventas al exterior se han incrementado de manera importante, en el año de 2012 se realizó

la exportación a cinco países y en el 2017 la comercialización se hizo a ocho países.

De la producción mundial total de calabacita, China participa con una tercera parte de ella, (SIAP, 2017).


México es el sexto productor de calabacita a nivel mundial con 550,410 toneladas en el año del 2017. A nivel mundial, en el campo mexicano se cosecha uno de cada 40 kilogramos del vegetal que se obtienen anualmente.

La hortaliza se encuentra, entre los productos agroalimentarios mexicanos que más se exportan. En las ventas que se efectúan al exterior, el 96.1% del valor de las exportaciones del vegetal, corresponden a las erogaciones efectuadas por Estados Unidos para su adquisición, (SIAP, 2017).

En el siguiente cuadro se observa el incremento, el porcentaje de variación de las importaciones y exportaciones.

Cuadro 2.1 Comercio exterior 2012-2017 Variación (%) 2012-2017.

	Importaciones	Exportaciones	Saldo Balanza	Importaciones	Exportaciones
Volumen Toneladas	1,634	513,197	551,563	22.6	33.9
Valor Millones de Toneladas	1.3	169	167.7	49.6	46.3

Aumenta 

Fuente: SIAP, 2017.

Nivel Nacional.

Sonora es el principal productor de esta hortaliza en México con una capacidad productiva 550,410 toneladas con un excelente incremento de 2012 a 2017, los estados de Hidalgo, Zacatecas han tenido un buen incremento en la producción en el periodo 2012-2017, en el cuadro 2 Se observa el incremento, la posición que ocupa cada estado a nivel nacional.

Cuadro 2.2 Principales estados productores.

Clasificación	Entidad federativa	Volumen	Volumen	Variación
		(toneladas) 2012	(toneladas) 2017	(%) 2012-2017
	Total nacional	436,947	550,410	26.0
1	Sonora	100,552	180,585	79.6
2	Puebla	47,253	62,053	31.3
3	Sinaloa	72,199	51,022	-29.3
4	Michoacán	39,817	39,828	0.03
5	Hidalgo	18,632	32,919	76.7
6	Zacatecas	16,323	24,597	50.7
7	Jalisco	18,142	21,426	18.1
8	Morelos	21,224	18,822	-11.3
9	Yucatán	11,912	14,420	21.0
10	Edo. México	13,997	12,978	-7.3
	Resto	76,896	91,761	19.3

Fuente: SIAP, 2017

2.4. Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Plantae

Clase: Magnoliophyta

Orden: Violales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucúrbita*

Especie: *pepo*

Nombre científico: *Cucúrbita pepo* L.

Descripción Botánica.

La calabacita es una planta herbácea (planta que no presenta órganos leñosos), anual (cumplen su ciclo biológico en el transcurso de un año), monoica (con flores masculinas y femeninas separadas) y de porte erecto, (SL, 2018).

Sistema radical.

Raíz tipo pivotante, con un eje principal que tiene un gran desarrollo en relación con las raíces secundarias, la planta tiene la capacidad de generar raíces adventicias si entran en contacto con el suelo, humedad, pero se debe considerar que si queda demasiado enterrado el tallo la posibilidad de que se enferme y se pudra aumentan.

Tallo.

Tallo hueco grueso, este puede tener diversas características de acuerdo a las diferentes variedades y condicionado de acuerdo al clima o sistemas de plantación y densidades.

El tallo de la calabacita es cilíndrico, grueso, de superficie pelosa y áspera al tacto. Posee entrenudos cortos, de los que parten las hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos de 10-20 cm de longitud, (InfoAgro, 2011).

Hojas.

Las hojas son palmeadas, de limbo grande con 5 lóbulos pronunciados de margen dentado, se sostienen de alargados peciolo los cuales salen del tallo y se alternan de forma helicoidal. El haz de las hojas es suave, el envés es de textura áspera y contiene espinas cortas a lo largo de las nervaduras. El color de las hojas oscila entre el verde claro y oscuro, dependiendo de la variedad, presentando pequeñas manchas blanquecinas.

Flores.

La floración es monoica, por lo que en una misma planta coexisten flores masculinas y femeninas.

Son solitarias, vistosas, axilares, grandes y acampanadas. El cáliz es zigomorfo (presenta un solo plano de simetría) y consta de cinco sépalos verdes y puntiagudos. La corola es actinomorfa y está constituida por cinco pétalos de color amarillo. Las flores masculinas poseen tres estambres soldados.

La flor femenina se une al tallo por un pedúnculo corto y grueso de sección irregular pentagonal o hexagonal, mientras que en las flores masculinas (de mayor tamaño) dicho pedúnculo puede alcanzar una longitud de hasta 40 centímetros, (Lardizábal, 2004).

El ovario de las flores femeninas es ínfero, tricarpelar, trilocular y alargado. Los estilos, en número de tres, están pegadas en su base y son libres a la altura de su inserción con el estigma, este último dividido en dos partes. (InfoAgro, 2011)

Fruto.

Pepónide carnoso, unilocular, sin cavidad central, de color variable, liso, estriado, reticulado, etc. Se recolecta aproximadamente cuando se encuentra a mitad de su desarrollo (fruto en fresco); el fruto maduro contiene numerosas semillas y no es comercializable debido a la dureza del epicarpio y a su gran volumen por lo que emplea para elaborar mermeladas, pasteles, alimentación en ganado. En algunas provincias españolas sus semillas son consumidas directamente y en ciertos países asiáticos de sus semillas se extrae un aceite comestible. (Hotalizas, 2010)

Semilla.

Las semillas son de colores blanco-amarillento, ovales, alargadas, puntiagudas, lisas, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, longitud de 1.5 centímetros, anchura de 0.6-0.7 centímetros y grosor de 0.1-0.2 centímetros.

Requerimientos edafoclimáticos

Temperatura y altitud.

Las cucurbitáceas se cultivan en clima templado-cálido. No obstante, para obtener buenos rendimientos y frutos de mejor calidad, se deben de cultivar en regiones donde se encuentren climas cálidos, este cultivo requiere de mucho sol ya que las bajas temperaturas no favorecen el desarrollo del cultivo.

Temperaturas cálidas entre 21 y 32°C y entre 300 a 1,800 msnm. En temperaturas más bajas o mayores alturas (más de 2,000 msnm) el ciclo se extiende mucho, (Lardizábal, 2004).

A una temperatura menor de 10°C las plantas no prosperan, la temperatura del suelo debe de ser mayor de 15°C para un desarrollo óptimo, con temperaturas altas y días largos con alta luminosidad tienden a formar más flores masculinas, y con temperaturas frescas, días cortos se tiene mayor número de flores femeninas. (Whitaker, 1962)

Suelo.

Los suelos deben de tener una buena profundidad, una buena parte del sistema radical se encuentra dentro de los 40 cm del suelo; se utilizan por lo regular terrenos bien nivelados para tener una distribución adecuada del riego, evitando encharcamientos, esto si se riega con agua rodada, pero si se utiliza la cintilla para regar se debe considerar el gasto de agua por emisor para definir lo largo de la cintilla para tener el mismo flujo de agua. Suelos francos con buen contenido de materia orgánica, pero produce muy bien en suelos pesados hasta suelos arenosos con materia orgánica baja. El pH del suelo es preferible en el rango de 6.0 a 6.5 con tolerancia a la salinidad, (InfoAgro, 2011).

Precipitación.

Se produce en zonas de precipitación anual 1,800 mm/año sin ningún problema. Aunque en las plantaciones comerciales, se utiliza el fertirriego, acolchado, las plantas requieren cierta cantidad de agua de acuerdo a su etapa fenológica, por lo que el gasto de agua está en función de las características del clima y suelo.

Fecha de siembra.

La fecha de siembra va de acuerdo a la zona geográfica, temperaturas, precipitación o si establecerá la plantación con riego, de acuerdo a la zona se

establecen las fechas de siembra para tratar de aprovechar ventanas de comercio.

Se debe considerar que en el tiempo de invierno hay zonas geográficas donde es posible la producción de este cultivo, por lo que se tiene la ventaja de obtener cosechas, donde el precio del fruto es de alto valor comercial.

Labores Culturales.

Preparación del suelo.

La buena preparación del suelo consiste en observar el terreno y tomar una decisión de los implementos a utilizar, normalmente en suelos compactados se utiliza el subsuelo, que se emplea para la roturación (escarificación) profunda (desfonde) de los terrenos agrícolas, por debajo de la capa arable, sin voltear el suelo, especialmente para lograr su des compactación y facilitar la aireación, la infiltración del agua y la penetración de las raíces. La utilización de la rastra, su objetivo es el de preparar la cama de siembra, no superando los 10 a 15 cm de profundidad de trabajo; con el paso de la rastra de discos, conseguimos picar y desmenuzar rastros, nivelar el suelo de siembra y mezclar otros materiales como el estiércol. En terrenos pesados, donde se tiene mucha precipitación, se procede a levantar camas para evitar encharcamientos y problemas fitosanitarios, se debe de realizar una buena preparación del terreno para tener un excelente desarrollo radical y tener mejor oxigenación en las raíces.

Siembra y trasplante.

En la siembra normalmente se utilizan semillas pero también se recurre al trasplante de plántulas, sobre todo cuando se usan híbridos o plántulas injertadas. La siembra por semilla es lo más común utilizando de una a dos semillas por cavidad dependiendo de la densidad de plantación, cuando se recurre a la siembra por semilla se tiene la ventaja de una mejor adaptación y aclimatación y por lo que se tiene una planta con un mejor desarrollo radical y menor costo para el productor. En el trasplante tenemos la ventaja de tener mayor uniformidad pero tiene algunas desventajas, para la planta le cuesta adaptarse,

aclimatarse y es más costoso, para el productor por la utilización de charolas o almácigos, además que es una planta con una germinación muy rápida.

Marco de plantación.

En las zonas productoras de calabacita en México normalmente se utilizan plantaciones con 1.60 m de entre surcos y entre plantas de 40 a 50 cm, esto dependerá de la morfología de la planta su crecimiento y las características de la variedad o híbrido, normalmente las empresas comercializadoras de semillas recomiendan densidades o mencionan las características del material genético que se desea utilizar.

Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas y enfermedades es necesario realizar un monitoreo diariamente, de acuerdo con las características del clima, fechas de incidencia, se opta por realizar un programa de prevención o curativo si ya se tiene problema con el fitopatógeno, en la práctica se tienen diferentes estrategias para su combate, como lo es el control biológico o el control químico y dependiendo de las fases fenológicas se deciden los productos a utilizar, para evitar la contaminación de residuos en los frutos, porque puede llegar a afectar la salud del ser humano y animales que lo consuman.

Cosecha.

La cosecha se realiza cuando el fruto alcanzó el tamaño deseado por el mercado, cada segundo día después del primer corte se recomienda realizar la recolección de los frutos que ya alcanzaron el tamaño adecuado, se realiza manualmente, mediante la utilización de navajas, se corta normalmente de uno a dos cm de pedúnculo pegado al fruto, el tamaño comercial deseado para mercado nacional va desde los 12 cm a los 14 cm de diámetro polar y de diámetro ecuatorial entre 4.5 y 5 cm, dependiendo del tipo de calabacita.

Post cosecha.

Después que la fruta es recolectada, se llevan a tinajas de plástico con agua fría para ser lavadas con jabón y ácido cítrico, con la finalidad de bajar el calor del campo y el ácido cítrico se utiliza para alargar la vida de anaquel del fruto, durante este proceso se separan los frutos dañados para evitar producción de etileno, provocando que el fruto comience a madurarse antes de lo normal, por lo regular se empaqueta en cajas de madera o plástico, pero antes se le coloca papel periódico para evitar ralladuras y fricción con el fin de evitar perder calidad y lleguen al mercado lo más presentable posible.

Nutrición en la calabacita.

La nutrición, es uno de los factores más importantes que determinan el rendimiento de cualquier cultivo, para entender la nutrición se debe comprender la función que tiene cada elemento en la planta, como funciona, además de que cada especie tiene ciertos requerimientos nutricionales específicos que se debe de tratar de satisfacer, teniendo en cuenta que hay otros factores con los que se debe de convivir como lo son: el agua, suelo, temperaturas, humedades relativas etc. Además, se debe de recordar la ley de Liebig, la cual establece que el crecimiento de las plantas no es controlado por la cantidad de nutrientes disponibles si no por los elementos limitantes en cierto periodo fenológico. Los nutrientes que se utilizan para incrementar el rendimiento, trabajan en conjunto con diferentes factores que la planta transforma y asimila, para que estos se conviertan en una fuente de alimento para el ser humano, (Intagri S.C., 2015).

La relación entre el rendimiento de los cultivos y la fertilización

Los fertilizantes son un insumo categórico en la producción mundial de alimentos, hay una sorprendente y clara correlación entre el aumento de la producción y el uso de los fertilizantes. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes resulta en impactos ambientales negativos y como consecuencia la pérdida de rendimientos.

Los agricultores generalmente temen de una reducción del rendimiento en los cultivos si se aplican menos fertilizantes y que esto tiende generalmente a reducir el rendimiento en lugar de maximizarlo. (Sela, 2016)

Fertirriego.

La fertirrigación, es la técnica que permite la aplicación de nutrientes a las plantas a través del agua de riego. Además, permite fraccionar las dosis de nutrientes de acuerdo al desarrollo del cultivo, aumentando con esto la eficiencia en la acción de los mismos. Al utilizarla adecuadamente tiene muchas ventajas sobre otras estrategias de fertilización por ejemplo el ahorro de mano de obra, la uniformidad de la fertilización, el fraccionamiento de los fertilizantes y una mejor absorción de los nutrientes es mejor por la raíces. En fertirrigación, para volúmenes pequeños de solución nutritiva, se preparan soluciones madre de fertilizantes y de antemano se inyecta la solución en el agua de riego.

Para un manejo nutricional adecuado, definir un programa de nutrición, depende de muchos factores como es el análisis de fertilidad de suelos y el historial de las aplicaciones de fertilizantes en el terreno.

El ajuste del mismo programa se puede hacer mediante la detección visual de deficiencias y/o por el periódico monitoreo nutrimental, (Intagri S.C., 2015).

Soluciones nutritivas reproductivas y vegetativas.

La Solución Nutritiva (SN) es una solución de agua con fertilizantes, donde los nutrimentos se encuentran en la forma química, la concentración iónica y en las proporciones adecuadas, para ser aprovechadas por las plantas, con el objetivo de que logren un desarrollo y crecimiento óptimo. Steiner en Holanda, fue pionero en la nutrición de cultivos intensivos al proponer el concepto de Solución Nutritiva Universal, donde expuso que la composición química de una solución nutritiva está determinada por las proporciones relativas de aniones (NO_3^- , H_2PO_4^- y SO_4^{2-}) y cationes (K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}), así como la concentración total de iones y el pH. Este concepto de solución nutritiva se propuso originalmente para sistemas hidropónicos o cultivos sin suelo, pero actualmente

aplica para cultivos establecidos en suelo cuidando el balance entre los diferentes elementos nutritivos, (Intagri S.C., 2017).

Mecanismos de adsorción y absorción de nutrimentos desde el suelo a la planta.

Dentro de la planta los nutrientes pueden moverse dentro de un órgano o entre diferentes órganos. Los movimientos que discurren por el apoplasto pueden ser causados por el arrastre del flujo másico del agua en el que están disueltos, o bien por difusión debido a diferencias de potencial químico o electro-químico del nutriente entre dos puntos.

Cuando un nutriente se incorpora al simplasto o lo abandona, debe forzosamente atravesar la membrana plasmática de la célula; los movimientos de nutrientes entre diferentes comportamientos del protoplasto, por ejemplo entre el citosol y la vacuola, implican también, en general, el transporte a través de membranas biológicas. Las vías que permiten a las moléculas de diferentes sustancias atravesar las membranas biológicas pueden ser de tipo pasivo debido a la diferencia de potencial electroquímico de la sustancia, a un lado y otro de la membrana, pero también pueden basarse en sistemas de transporte activo propios de la membrana.

Transporte pasivo.

Es el que se lleva a cabo cuando el gradiente de difusión está a favor de las células sin gasto de energía. El movimiento pasivo de un ion a través de una membrana puede predecirse a partir de la diferencia de potencial electroquímico a ambos lados de la membrana. Para ello deben conocerse la concentración externa e interna, pero también debe tomarse en cuenta la interacción entre la carga eléctrica del ion y la diferencia de potencial eléctrico a ambos lados de la membrana, derivada de la distribución pareja de cargas móviles y fijas preexistentes dentro y fuera de la célula, (Vazquez, 2005).

Transporte Activo.

Es el que se lleva a cabo en contra de un gradiente de difusión con gasto de energía metabólica (ATP).

Los movimientos de iones (y otras sustancias) a través de membranas pueden explicarse, en parte, por difusión debida a diferencias de potencial electroquímico y mediado a veces por canales transportadores. Pero en muchas ocasiones las concentraciones dentro y fuera de una célula no son las que podrían predecirse a partir de este mecanismo pasivo. En efecto en el transporte a través de las membranas intervienen además mecanismo activos, capaces de mover moléculas en contra de sus gradientes de potencial electroquímico, cuyo funcionamiento requiere un aporte de energía metabólica. (Vazquez, 2005)

Transporte de nutrientes en la planta.

Parte de los nutrientes absorbidos pueden ser metabolizados o utilizados en las células de la raíz, pero la mayor parte de ellos se dirigirán centrípetamente, desde la superficie de la raíz hacia el xilema del cilindro central, a lo largo de este recorrido pueden pasar al citoplasma de las células epidérmicas o corticales y continuar por el simplasto o bien permanecer en el apoplasto. Los iones que circulan por la vía apoplética, sin embargo, deben pasar al simplasto al llegar a la endodermis, debido a la presencia de la banda de Caspary. Es decir que los iones absorbidos quedan sometidos, antes de alcanzar el cilindro central, a la permeabilidad selectiva de las membranas, con lo que de alguna manera se regula la incorporación de iones al xilema; existen además indicios de que la entrada de estos iones en el xilema se produce a través de un mecanismo de bombeo activo. Una vez alcanzado el xilema de la raíz los nutrientes se incorporaran a la corriente ascendente de agua y serán distribuidos al resto de la planta. Desde el xilema serán trasferidos a otros tejidos, sobre todo en las hojas y allí serán metabolizados, (Vazquez, 2005).

Movilidad en la planta.

Una vez transportado a determinado órgano, el nutriente será metabolizado e incorporado a alguna molécula biológica o bien permanecerá disuelto en el citosol. A partir de esta situación el comportamiento de los diferentes nutrientes variará en cuanto a su movilidad, es decir, a la capacidad de ser extraídos de ese destino metabólico y ser transportados a otros órganos. El N, P, K y Mg son típicamente móviles y pueden ser transportados con relativa facilidad a otros órganos mientras que el Ca, S, Fe son más o menos inmóviles y tienden a permanecer en el primer destino alcanzado hasta la muerte de ese órgano, (Vazquez, 2005).

Funciones de los elementos en las plantas.

Los nutrientes en las plantas.

Trece nutrientes minerales que son esenciales para completar el ciclo de vida de la planta, que se dividen generalmente en macro y micro elementos, (Guerrero, 2018). Los elementos nutricionales que absorbe la planta cumplen con funciones específicas, y se consideran esenciales porque ningún otro elemento puede reemplazarlo y llevar a cabo sus funciones menciona que dichos elementos esenciales son los siguientes:

a) Elementos no minerales: que corresponden a aquellos que no son constituyentes del suelo, a pesar de que pueden encontrarse en dicho medio: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O).

b) Elementos minerales: se consideran así porque estos elementos son constituyentes del suelo:

c) Macro elementos: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S).

d) Micro elementos: Boro (B), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl), (Velazco, 2006).

Nitrógeno (N).

Es un elemento mineral de mayor utilidad en el desarrollo de las plantas, puede ser absorbido de dos formas, como ion nitrato (NO_3^-) y como ion amonio (NH_4^+), (Sanchez, 2000). En la planta, el N forma parte de compuestos de elevado peso molecular como las proteínas y ácidos nucleicos y de forma orgánica como los aminoácidos, amidas, aminos, y nucleótidos. La concentración de este elemento en la materia seca varia de 0.06 a 0.32%, (Taiz, 2002).

El nitrógeno también forma parte de la molécula de clorofila. Un adecuado nivel de Nitrógeno en los tejidos se traduce en lograr plantas vigorosas, con una adecuada coloración verde, bien ramificadas, flores bien desarrolladas y frutos de buen tamaño, (Yañez, 2002).

Fósforo (P).

Juega un papel clave en la fotosíntesis, la respiración y todo el metabolismo energético, formando ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos y varios tipos de azúcares fosfatados, (Sanchez, 2000).

El fósforo juega un papel importante en la transferencia de energía, participa en la división celular al igual que el calcio, por lo que ambos elementos son importantes durante todo el ciclo de producción, ya que las plantas todo el tiempo se encuentran en constante crecimiento, desde la raíz hasta los frutos.

Potasio (K).

El K representa al catión que es absorbido en mayor cantidad por las plantas, la deficiencia de este elemento influye de manera negativa en el metabolismo general de la planta, y con ello, en el rendimiento del cultivo, (Alcantar, 2016).

El potasio está ligado con la producción de materia seca en las plantas, determinando de esta manera fuertemente el rendimiento y la calidad potencial

de frutales y hortalizas. Este elemento determina en gran medida el tamaño final de los productos, su coloración, serosidad, sabor de los frutos, aroma, etc., (Yañez, 2002).

Calcio (Ca).

El calcio es un elemento con función estructural en la planta, ya que forma parte de las paredes celulares, lámina media y membrana de las células, participa en la división y extensión celular y modula la acción de hormonas, además de regular el equilibrio iónico dentro de la célula, (Marschner, 1986).

El calcio ejerce una acción favorable sobre el crecimiento radical de las plantas, y es necesario en la germinación y para el crecimiento de los tubos polínicos, cuando se suspende el suministro de calcio, el crecimiento de la raíz se detiene en unas cuantas horas, (Masher H. R., 1973).

Magnesio (Mg).

Se absorbe como ion divalente Mg^{2+} , el contenido total de magnesio en las plantas oscila entre 0.1 y 0.5 % de peso seco, (Sanchez, 2000).

Este elemento es un constituyente de la molécula de clorofila, ya que para su biosíntesis, se requiere de la inserción de este ion, (Walker, 1991).

Además, es requerido por una cantidad de enzimas involucradas en la transferencia del ion fosfato, (Velazco, 2006).

Sin embargo, tiene otras importantes funciones en el metabolismo vegetal, incluyendo la síntesis de proteínas, la síntesis y activación de compuestos de ATP de alta energía y la partición de carbohidratos dentro de la planta, (Masher, 1995).

Se menciona que junto con el potasio y calcio, en un equilibrio nutricional adecuado, el magnesio juega un papel importante en la firmeza y coloración de

las frutas y hortalizas, además de funcionar como catalizador en enzimas involucradas con el crecimiento, (Guerrero, 2018).

Azufre (S).

La planta absorbe la mayor parte del S a través de la raíz en forma de sulfato (SO_4^{2-}), pero simultáneamente está capacitada para tomarlo en forma de gas (SO_2) a través de las hojas, (Alcantar, 2016).

Los niveles de concentración normal fluctúan entre 0.1 y 1 % de materia seca, (Bonilla, 2000).

Velasco y Nieto, (2006), mencionan que el S es componente principal de algunas proteínas y aminoácidos, tales como cisteína, cistina y metionina; además de compuestos como la tiamina, biotina y Coenzima A, (Alcantar, 2016).

En suelos calcáreos, la disponibilidad de azufre se ve limitada y es muy común su deficiencia en los cultivos, junto con otros microelementos, como fierro y zinc principalmente, debido a que el pH del suelo es alcalino y esta condición bloquea a estos elementos a las partículas del suelo. (Guerrero, 2018).

Boro (B).

A diferencia de otros micronutrientes, el B no se encuentra presente en ninguna enzima, pero una escasez de este nutriente deprime fuertemente el crecimiento y el desarrollo de las plantas, (Kafafi, 2012).

Cuando no se aplica boro en los cultivos, las raíces dejan de crecer o su crecimiento es lento, su presencia en la solución nutritiva es de vital importancia para las plantas, debido a su participación en la elongación del tubo polínico y germinación del polen, Guerrero, (2018); además este elemento tiene la capacidad de transportar azúcares en forma de boratos a través de las membranas celulares, (Velazco, 2006).

Se le involucra en alargamiento celular, germinación, regulación hormonal y en metabolismo de ácido nucléicos. También evita la acumulación excesiva de compuestos fenólicos, tanto en la raíz como en los tallos. La concentración de boro oscila entre 25-250 mg/kg de materia seca, (Mengel, 1979).

Hierro (Fe).

Se absorbe como ion ferroso (Fe^{2+}) o férrico (Fe^{3+}), pero también puede ser absorbido como quelato, (Alcantar, 2016) Se encuentra en los cloroplastos, forma parte de muchas enzimas redox y tiene un papel importante en la fotosíntesis, en la fijación de N_2 y en la respiración, sus niveles en la planta oscilan entre 40 a 300 ppm por kg de materia seca, (Taiz, 2002). Su deficiencia parcial origina su pobre movilidad un amarillamiento intervenal y en ocasiones total en las hojas jóvenes de la planta, (Yañez, 2002).

Manganeso (Mn).

Participa en la actividad de algunas enzimas. Además es un elemento importante en la pigmentación de frutos de color amarillo y naranja, principalmente, (Velazco, 2006).

El Mn tiene una función muy importante en los procesos redox, (Alcantar, 2016).

Uno de los papeles más documentados y exclusivos del Mn en plantas verdes, es que interviene en la glicólisis del agua, (Kirby, 2007).

La deficiencia de Mn disminuye la síntesis de proteínas, carbohidratos, Marcar y Graham, (1987) y lípidos, (Constantopoulos, 1970).

El contenido de Mn en planta va de 40 a 500 ppm/kg de materia seca, (Jones, 1999).

Zinc (Zn).

Es absorbido como un ion divalente (Zn^{2+}), aunque mayormente en formación de quelato. Juega un papel estabilizador en la molécula de clorofila. En la planta su concentración se encuentra entre 20 y 100 ppm/kg de materia seca, (Taiz, 2002) ; (Jones, 1999).

El zinc participa en la síntesis de triptófano, aminoácido involucrado en la producción de ácido indolacético, auxina natural que ayuda al enraizamiento de las plantas, crecimiento de los tallos y hojas, por lo que una deficiencia de este elemento traería como consecuencia el crecimiento lento de los cultivos, por un pobre crecimiento del sistema radical.

Cobre (Cu).

Se absorbe como ion cuproso Cu^+ o como ion divalente (Cu^{2+}) en suelos con poco de oxígeno, (Taiz, 2002). En la planta los niveles se encuentran de 5 a 20 ppm/kg de materia seca, (Jones, 1999).

El cobre es un componente importante en los cloroplastos de las células que llevan a cabo la fotosíntesis. Este elemento es un típico micronutriente demandado por las plantas en cantidades relativamente pequeñas, pero absolutamente esencial para el proceso de la fotosíntesis, (Kafkafi, 2012).

La deficiencia de este elemento trae como consecuencia un lento crecimiento de la planta, ya que participa en un gran número de reacciones enzimáticas involucradas en el proceso de crecimiento, sin embargo también se puede usar para detener el crecimiento de las plantas cuando estas se van de vicio.

Sodio y Cloruro como elementos nocivos.

El cloruro es requerido por las plantas en pequeñas cantidades y normalmente el agua de riego que se utiliza viene un poco elevado, más allá de lo que las plantas requieren y es raro ver alguna deficiencia.

El sodio puede ser perjudicial en sistemas de recirculación ya que se tiene problemas con la solución hidropónica, (Sela, 2016).

Balance de nutrientes.

El balance de los nutrientes es demasiado importante porque muchos nutrientes compiten entre sí en la absorción de ellos por la planta. El exceso de potasio compite con la absorción de calcio y del magnesio además una importante absorción de hierro/manganeso puede resultar en la deficiencia de manganeso, y una alta concentración de azufre podría disminuir la absorción de nitratos, (Sela, 2016).

Enfermedades en las plantas y nutrición mineral.

Las enfermedades en las plantas son el principal factor que limita una buena producción. La mayoría de agricultores usan grandes cantidades de químicos para el control de plagas y enfermedades haciendo más resistentes a estas, como consecuencia del abuso en el uso de plaguicidas, herbicidas y bactericidas sin tener conciencia que una buena nutrición mineral tiene un papel muy importante en la lucha contra estos, además que se elevan los costos en el cultivo y se tienen problemas sociales y ecológicos.

Todos los nutrientes esenciales afectan a las plantas, si no se tiene una buena nutrición mineral o le falta un elemento, bajo una condición de menor concentración de los micronutrientes las plantas, se volverán un poco más susceptibles a enfermedades, pero en cambio si la planta se encuentra bien nutrida tendrán un poco de más tolerancia o resistencia a estas enfermedades o condiciones además que se les presenten, (Sela, 2016).

La resistencia a las enfermedades, está relacionada con la genética; sin embargo la capacidad de una planta al generar resistencia genética a una enfermedad, en particular esta se presenta si se ve afectada por una buena nutrición.

La nutrición mineral previene las enfermedades de las plantas.

Ciertos nutrientes, como el calcio, desempeñan, un papel importante en la capacidad de la planta en fortalecer las paredes celulares y los tejidos vegetales.

Las plantas exudan varios compuestos. Cuando el nivel de algunos nutrientes es bajo, los compuestos exudados contienen una mayor cantidad de azúcares y aminoácidos que estimulan o favorecen el establecimiento del hongo, (Sela, 2016).

La nutrición mineral también afecta la producción de compuestos anti fúngicos en las plantas, o producen sustancias fungistáticos.

El mismo nutriente en distintos efectos.

Las diferentes formas de oxidación del mismo nutriente a menudo tienen diferentes efectos opuestos sobre el desarrollo de las enfermedades en las plantas, por ejemplo el nitrógeno en la forma NO_3 y en NH_4 , aunque son formas del nitrógeno tienen diferentes vías metabólicas que tienen diferentes efectos en las plantas tanto como en las enfermedades, (Sela, 2016).

Las relaciones de los nutrientes son demasiado importantes, porque influyen en otros si uno no está en la relación adecuada puedes bloquear uno y poner disponible a otro y se comienza con problemas de deficiencias, (Intagri, 2016).

El efecto de la conductividad eléctrica a las plantas.

La conductividad eléctrica del agua es realmente una medida de la salinidad. Altos niveles de sales tienden a afectar en diferentes formas:

1). La toxicidad específica de un ion en particular (sodio)

2). La presión osmótica más alta alrededor de las raíces previene una absorción eficiente de agua por la planta. (Sela, 2016)

El efecto de la salinidad en el suelo.

Cuando las sales se acumulan en el suelo, o en el medio de cultivo, su concentración podría llegar a ser excesiva.

Las sales siempre se añaden al suelo o el agua de riego, como también puede ser el fertilizante aplicado. Al aplicar cantidades grandes de agua, lo que ocurre es que se lavan las sales además se van al fondo del contenedor por debajo de la zona radicular esto cuando el manejo se está haciendo en un contenedor. (Intagri S. , 2016)

Los daños directos que causa la salinidad en el suelo.

Disminución de agua por las raíces.

Potencial osmótico alto de la solución del suelo, por lo que la planta gasta más energía para ingresarla además que la planta presenta problemas con la absorción de agua y se tienen principalmente problemas con marchitamiento, aunque el suelo parezca está, a capacidad de campo (Sela, 2016).

Optimización de las dosis de fertilización.

Para la obtención del máximo rendimiento en cosecha y reducir costos en fertilizantes. El rendimiento del cultivo depende de varios factores como lo son: las propiedades del suelo, el riego, la genética de la planta, el clima, las labores culturales, control de plagas y enfermedades y la adecuada aplicación de fertilizantes, (Sela, 2016).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental.

El experimento se realizó del 16 de septiembre al 22 de noviembre de 2017, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en un terreno ubicado en la Colonia Buena Vista Saltillo Coahuila, las coordenadas son 25°21'09" latitud norte y 101°01'55" longitud oeste, a una altitud de 1610 msnm. Las temperaturas extremas registradas durante el experimento, fueron las siguientes mínima 3°C y máxima 27°C.

Características del sitio experimental.

Su clima predominante es seco semicálidos, con una temperatura media anual es de 14°C a 18°C. Con heladas por lo regular de Noviembre a Febrero y la precipitación es de 460.7mm.

Suelo.

Se tomó una muestra de suelo en el sitio experimental, a una profundidad de 30 cm, tomando diferentes puntos de muestra para tratar de homogenizarla y se mandó a hacer un análisis físico químico (Análisis de fertilidad).

Se trabajó en un suelo de textura franco- arcillosa, con un pH de 8.52, con una CE de 1 dS/m, una densidad aparente de 1.09 g/cm³ y un nivel de M.O de 4.03%, que es muy aceptable.

Los resultados obtenidos del análisis de suelo se muestran en el (cuadro 3).

Material genético.

El material genético utilizado para el experimento, fue calabacita tipo Grey Zucchini distribuida por la casa Seminis, de polinización abierta con frutos color verde grisáceo, rectos y de tamaños uniformes.

Tiene una planta de porte abierto, vigorosa, de alto potencial de rendimiento y precoz, que anticipa la comercialización de sus cosechas. La calidad de frutos es ideal para comercializar en el mercado nacional. Con una madurez relativa de 56 días tamaño promedio del fruto de 18-20 cm y hábito de la planta abierto.

Cuadro 3.1 Resultados del análisis de suelo del sitio experimental.

Determinación	Resultado	Determinación	Resultado
Textura	Franco-Arcilloso	Zn	6.37 ppm
Densidad	1.09 g/cm ³	Mn	1.14 ppm
Ph	8.52	Cu	1.26 ppm
CE	1 dS/m	B	0.97 ppm
Carbonatos	59.6%	S	1.54 ppm
C.C	25.5%	N-NO ₃	29.2 ppm
P.M.P.	15.2%		
MO	4.03%		
Determinación	Resultado	Determinación	Resultado
P-Olsen	99.8 ppm		
K	529 ppm		
Ca	3718 ppm		
Mg	309 ppm		
Na	18.7 ppm		
Fe	1.98 ppm		

Preparación del terreno.

Para la preparación del terreno se dieron tres pasos de rastra en forma cruzada, hasta observar que el suelo quedara mullido, es importante comentar el terreno tenía mucho tiempo que no se cultivaba, se metió una cultivadora con unas rejas de ala ancha para elevar la loma y dejar de distancia a 90 cm entre surco y surco.

Establecimiento de la parcela experimental.

Para la instalación del riego se colocó una línea principal de material del PVC de 1^{1/4} de pulgada, que se abastecía de una línea de agua de 1/2 pulgada

que funcionaba con un hidro que le daba presión, para el sistema de riego se optó por el sistema de goteo con las siguientes características de la cinta: calibre 5000, con emisores a 30 cm, y un gasto de 1 litro por emisor, después se tomó la decisión de colocar el acolchado de color negro por ambos lados con un calibre 150 se tomaron 10 surcos de 90 cm entre surcos y de 15 metros de longitud.

Siembra.

La siembra se realizó el 16 de septiembre del año del 2017, y la separación entre plantas fue de 30 cm, se utilizó una sola semilla por golpe cada 30 cm y con una profundidad de 2-3 cm por lo consecuente con una densidad de población aproximada de 37,000 plantas por hectárea.

Fertilización.

Para la fertilización se utilizaron fertilizantes solubles y de acuerdo a los tratamientos, se utilizaron soluciones hidropónicas con influencia reproductiva y vegetativa, los fertilizantes utilizados fueron: Urea, fosfato mono amónico, Nitrato de calcio Sulfato de Magnesio, Sulfato de Fierro, Sulfato de cobre Sulfato de Manganeso, Sulfato de Zinc, Ácido bórico y Ácido sulfúrico.

Riego.

En el riego se tomó la decisión de suministrar a criterio propio dependiendo del clima, etapa fenológica del cultivo, ya que no se contaba con tensiómetros, teniendo el cuidado de que no les faltara humedad y pasara por una condición de estrés, además que en estos cultivos a cielo abierto se cuentan con condiciones muy cambiantes a comparación de un invernadero, que se puede controlar un poco más la temperatura, la humedad relativa y se puede aplicar el riego con mayor precisión.

Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas y enfermedades se optó por la utilización de productos químicos, primeramente se utilizó un insecticida a base de clorpirifos para el control de insectos defoliadores a una dosis 1.5 cc por litro de agua, como

segunda y tercera aplicación se utilizó oxiclورو de cobre como preventivo anti fúngico con una dosis de 3 cc por litro de agua, las aplicaciones se realizaron por la mañana en horas frescas, dando la espalda al viento para lograr eficiencia y evitar riesgos de intoxicación.

Preparación de soluciones nutritivas.

Para la preparación de los tratamientos, se utilizaron soluciones madre de acuerdo a la concentración de cada uno de los fertilizantes, debido a la cantidad de fertilizante que requería cada planta era pequeña, los tratamientos quedaron de la siguiente manera los primeros 5 tratamientos fueron con solución vegetativa (cuadro 3.2) y los siguientes 5 tratamientos fueron con solución reproductiva (cuadro 3.3)

Cuadro 3.2 Porcentaje de participación de cada fertilizante, utilizado para la elaboración de la solución vegetativa.

Fuentes de fertilizante	Solución vegetativa %
Urea (46-00-00)	11.87
F.M.A (12-61-00)	1.93
KNO ₃ (12-00-46)	10.24
CaNO ₃ (15.5-00-00) Ca (18.8%)	31.28
MgSO ₄ (10%) (13.07%)	11.76
A.B (17.48%)	0.35
FeSO ₄ (20.11%) (11.53%)	0.59
MnSO ₄ (24.63%) (14.37%)	0.25
ZnSO ₄ (22.63%) (11.65%)	0.06
CuSO ₄ (25.45%) (12.84%)	0.03
A.S (32%) DA 1.7 Pureza 98%	31.64
	100

Fosfato mono amónico (F.M.A), Nitrato de potasio (KNO₃), Nitrato de calcio (CaNO₃), Sulfato de magnesio (MgSO₄), Ácido bórico (A.B), Sulfato de Hierro (FeSO₄), Sulfato de manganeso (MnSO₄), Sulfato de zinc (ZnSO₄), Sulfato de cobre (CuSO₄), Ácido Sulfúrico (A.S).

Cuadro 3.3 Porcentaje de participación de cada fertilizante, utilizado para la elaboración de la solución reproductiva.

Fuentes de fertilizante	Solución reproductiva %
F.M.A (12-61-00)	2.19
KNO ₃ (12-00-46)	11.61
CaNO ₃ (15.5-00-00) Ca (18.8%)	35.5
MgSO ₄ (10%) (13.07%)	13.34
A.B (17.48 %)	0.4
FeSO ₄ (20.11%) (11.53%)	0.67
MnSO ₄ (24.63%) (14.37%)	0.28
ZnSO ₄ (22.63%) (11.65%)	0.07
CuSO ₄ (25.45%) (12.84%)	0.03
A.S (32%) DA 1.7 Pureza 98%	35.91
	100 %

Fosfato mono amónico (F.M.A), Nitrato de potasio (KNO₃), Nitrato de calcio (CaNO₃), Sulfato de magnesio (MgSO₄), Ácido bórico (A.B), Sulfato de Hierro (FeSO₄), Sulfato de manganeso (MnSO₄), Sulfato de zinc (ZnSO₄), Sulfato de cobre (CuSO₄), Ácido Sulfúrico (A.S)

Diseño del experimento.

En virtud de que estableció bajo condiciones de campo abierto y en consecuencia condiciones no homogéneas, se utilizó un diseño de bloques al azar con un factorial AXB. (2x5) con tres repeticiones.

3.13. Modelo Estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + r_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}= Valor

μ= Media general

α_i= Fertilizaciones vegetativa y reproductiva

β_j= Capacidad de extracción

αβ_{ij}= Interacción de la fertilización vegetativa y reproductiva con las capacidades de extracción.

r_k= Repeticiones ∑_{ijk}=Error experimental

Descripción de los factores.

Para la conformación de los tratamientos, se utilizaron la combinación de dos Factores:

Factor A: tipo de solución nutritiva a utilizar (A1 solución vegetativa y A2 solución reproductiva). **Factor B:** capacidad de extracción de fertilizantes/ha/año, B1=500kg/ha/año, B2=750kg/ha/año, B3=1000kg/ha/año, B4=1250kg/ha/año y B5=1500kg/ha/año.

Variables evaluadas.

Con la finalidad de definir la influencia de los tratamientos, se consideran las siguientes variables:

Rendimiento Total (RT).

Variable se reporta en toneladas por hectárea, este dato se obtuvo de cada unidad experimental de acuerdo a las plantas que se estaban evaluando y el peso medio se obtuvo por planta, permitió obtener el dato a evaluar.

Producción por planta (PP).

Para obtener este dato se realizó el conteo de frutos de cada una de las plantas y se dividió entre el número de plantas evaluadas, obteniéndose para la evaluación un valor medio.

Frutos por planta (FP).

Para la obtención de este dato se llevaron a cabo registros cada que se recolectaba o se cosechaba, de planta por planta, para la finalmente sacar un dato medio por unidad experimental, que fue el dato sometido a evaluación.

Peso del fruto (PF).

El fruto fue pesado en una báscula y se registró en gramos, de cada uno, para este dato se obtuvo un promedio de todos los frutos cosechados de acuerdo a cada tratamiento y repetición correspondiente.

Diámetro polar (DP).

Se evaluaron con el uso del vernier donde se tomó la medida de cada los extremos de la fruta en centímetros a cada uno de los frutos de los diferentes tratamientos.

Diámetro ecuatorial (DE).

Se evaluaron con el uso del vernier en la parte más gruesa, registrando los datos en centímetros cada uno de los frutos de cada uno de los diferentes tratamientos.

Cuadro 3.4 Descripción de tratamientos

TRATAMIENTO	FACTORES	DESCRIPCIÓN
1	A1B1	Solución vegetativa con una capacidad de extracción del cultivo de 500 kg/ha/año.
2	A1B2	Solución vegetativa con una capacidad de extracción del cultivo de 750kg/ha/año.
3	A1B3	Solución vegetativa con una capacidad de extracción del cultivo de 1000kg/ha/año.
4	A1B4	Solución vegetativa con una capacidad de extracción del cultivo de 1250kg/ha/año.
5	A1B5	Solución vegetativa con una capacidad de extracción del cultivo de 1500kg/ha/año.
6	A2B1	Solución reproductiva con una capacidad de extracción del cultivo de 500kg/ha/año.
7	A2B2	Solución reproductiva con una capacidad de extracción del cultivo de 750kg/ha/año.
8	A2B3	Solución reproductiva con una capacidad de extracción del cultivo de 1000kg/ha/año.
9	A2B4	Solución reproductiva con una capacidad de extracción del cultivo de 1250kg/ha/año.
10	A2B5	Solución reproductiva con una capacidad de extracción del cultivo de 1500kg/ha/año.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se incluyen los resultados y la discusión de los mismos, la información estadística analizada se obtuvo mediante el programa SAS 9.0, y los resultados se muestran para cada una de las variables evaluadas por separado.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios de las variables evaluadas para capacidad de extracción en calabacita.

FV	GL	RT	PP	FP	PF	DE	DP
A	1	7539812.7 ^{NS}	5507.53 ^{NS}	0.4788 ^{NS}	884.43*	0.1628*	0.3876 ^{NS}
B	4	167071166.4*	122038.83*	2.6604*	143.51 ^{NS}	0.0206 ^{NS}	0.2222 ^{NS}
AB	4	184004969.5**	134408.30**	2.1975*	73.00 ^{NS}	0.0116 ^{NS}	0.0762 ^{NS}
R	2	15041957.9 ^{NS}	10987.55 ^{NS}	0.2723 ^{NS}	550.37 ^{NS}	0.0649 ^{NS}	0.3160 ^{NS}
Error	18	38940277*	28444.32*	0.5869*	186.35 ^{NS}	0.0250 ^{NS}	0.1433 ^{NS}
Total	29						

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, CM = Cuadrado Medio, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, RT = Rendimiento total, PP = Producción por Planta, FP = Frutos por Planta, PF = Peso del Fruto, DE = Diámetro Ecuatorial, DP = Diámetro Polar, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Altamente Significativa.

Rendimiento total.

Para el productor, es una de las variables más importante, debido a que es la variable que define la factibilidad o éxito de su empresa, a medida de que se tengan buenos rendimientos, las posibilidades de éxito económico son mayores y máxime cuando el producto alcanza buenos precios, esta recuperación es más rápida.

Al realizar el análisis de varianza, se encontró una respuesta no significativa para el Factor A (Tipo de solución nutritiva), por lo que resulta indistinto para esta variable, con base en la respuesta estadística, el uso de

cualquiera de las fórmulas empleadas (Vegetativa o Reproductiva), sin embargo, al hacer un comparativo económico de las dos fórmulas empleada resulta preferible el empleo de una formula vegetativa sobre una reproductiva, ya que se usó el más económico, los fertilizantes nitrogenados, son más baratos que los fertilizantes potásicos; al hacer un comparativo porcentual, se encontró que la fórmula vegetativa, supera al uso de la fórmula reproductiva en tan solo un 3.4%.

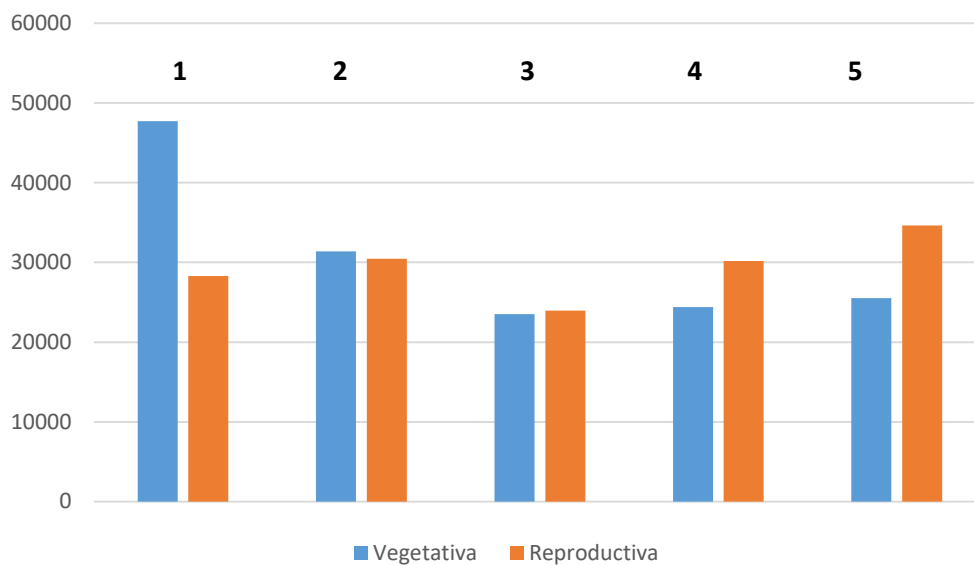


Figura 4.1 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable rendimiento total (RT), expresada en Kg/ha. (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Para el Factor B, se obtuvo una respuesta estadística significativa, que indica la influencia de los niveles en que son aplicados los fertilizantes sobre esta variable, la mejor respuesta se obtuvo cuando se manejó una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, con un nivel de significancia (A) y un rendimiento de 38 toneladas de fruta/ha, en el nivel de significancia (AB), se ubica a las capacidades de extracción de 750, 1,500 y 1,250 Kg de fertilizante/Ha/año, con rendimientos de 30.91, 30.01 y 27.29 t*Ha⁻¹ respectivamente y el tratamiento que presentó la menor respuesta, con un nivel de significancia (B) y un rendimiento

de 23.73 t*ha^{-1} , fue el tratamiento en donde se empleó una capacidad de extracción de $1,000 \text{ Kg/ha/año}$; el mejor tratamiento que fue aquel en el que se empleó una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año , supera en un 60.1% al tratamiento que reporta la más baja respuesta, que fue el tratamiento, donde se manejó una capacidad de extracción de $1,000 \text{ Kg/ha/Año}$.

Para la interacción AXB (Factor A, tipo de solución nutritiva y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica un comportamiento dependiente entre los dos factores, debido a que existe un punto de intersección; para la dosis más baja que fue la de 500 Kg/ha/año , cuando se emplea una fórmula con influencia vegetativa, se obtienen el máximo rendimiento 47.72 t*ha^{-1} , mientras que a la misma capacidad de extracción, cuando se emplea una fórmula reproductiva, el rendimiento es menor alcanzando un nivel de producción de 28.27 t*ha^{-1} , el uso de la fórmula vegetativa, alcanza su nivel más bajo de producción que fue de 23.50 t*Ha^{-1} cuando se aplicaron $1,000 \text{ Kg/ha/año}$ y se mantiene sin variación significativa a medida en que se le aplica una cantidad mayor de fertilizantes, 24.4 t*ha^{-1} y 25.50 t*ha^{-1} , cuando se aplicaron $1,250$ y $1,500 \text{ Kg/ha/año}$, respectivamente. Con respecto a la fórmula reproductiva, el rendimiento más alto se obtuvo cuando se emplearon $1,500 \text{ Kg/ha/año}$ con un valor de 34.64 t*ha^{-1} y el rendimiento más bajo, cuando se usó una capacidad de extracción de $1,000 \text{ Kg/ha/año}$, con un rendimiento de 23.96 t*ha^{-1} , para el resto de niveles de aplicación de fertilizantes empleados, los resultados no fueron significativamente muy diferentes, para el uso de la capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año , se obtuvo un rendimiento de 28.27 t*ha^{-1} y de 30.45 t*ha^{-1} y de 30.18 t*ha^{-1} , cuando se aplicaron 750 y $1,250 \text{ Kg}$ de fertilizante/ha/año respectivamente

El uso de la fórmula con influencia vegetativa (alta en nitrógeno), permite la obtención de buenos rendimientos, sin la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizante, no sucediendo lo mismo cuando se emplea una fórmula que favorezca una condición reproductiva en las plantas, donde es

necesario aplicar grandes cantidades de fertilizantes, sin llegar a igualar a la fórmula con influencia vegetativa. Esto no coincide con lo obtenido por (García, 2015), quien trabajando con relaciones Nitrógeno:Potasio, encontró que la relación N:K de 2:1, aumentó el rendimiento en un 10.96 % el peso medio del fruto, con un consecuente incremento en el rendimiento total, mientras que la relación 1:2 reportó un mayor incremento en el peso de los frutos de 12.54% más alta que la relación N:K de 1:1, esto lo explica, debido a que el potasio interviene en varios procesos que favorecen la producción y calidad de los frutos, pero el Nitrógeno, ayuda de manera directa a que los frutos obtengan un mayor peso. (Díaz, 2014), reporta una diferencia estadística no significativa, para cuando se utiliza el 50% y 62.5% de la fórmula 120-77-210 Kg*ha⁻¹, lo que coincide con el actual trabajo, es posible producir buenos rendimientos en calabacita sin la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizante y en consecuencia sin afectar las características agronómicas del suelo.

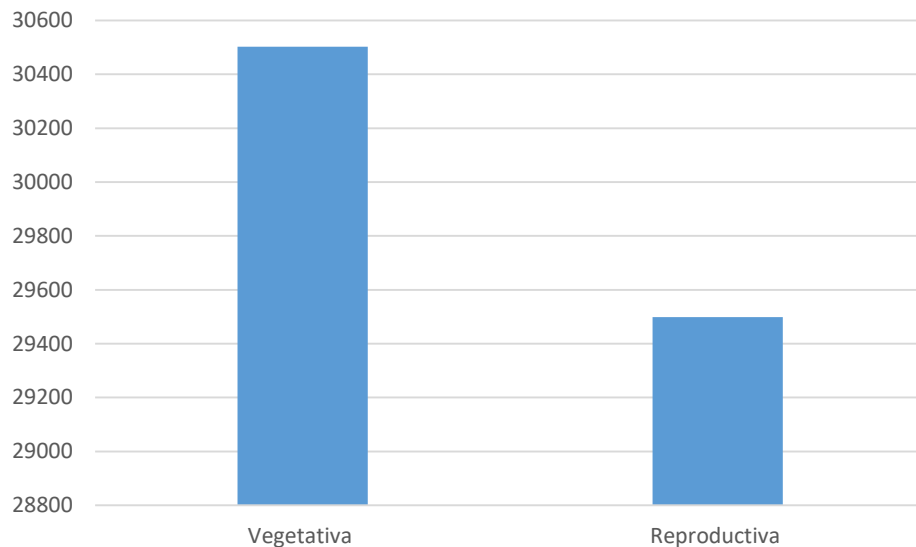


Figura 4.2 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable rendimiento total (RT), expresada en Kg/ha.

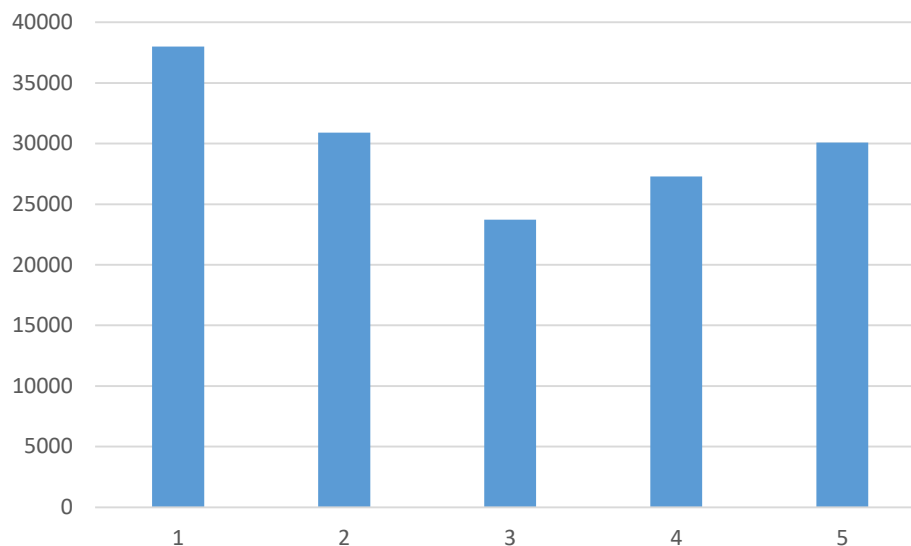


Figura 4.3 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción en Kg/Ha/año.), para la variable rendimiento total (RT), expresada en Kg/ha, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Producción por planta.

Esta variable es muy importante para el productor, ya que define el potencial de la variedad, lo cual le da certeza y seguridad, además posibilidad de éxito para su empresa, si se logra una buena producción por planta es muy probable que se exprese en buenos rendimientos, lo que generara una buena remuneración económica y estabilidad para la empresa del productor.

En el análisis de varianza, se encontró una respuesta no significativa para el Factor A (Tipo de solución nutritiva), se considera que el uso de cualquier solución ya sea vegetativa o reproductiva, es indistinta de acuerdo a la respuesta estadística observada, pero se debe tomar en cuenta que el nitrógeno, como insumo agrícola es más fácil encontrar y son fertilizantes más solubles y más económicos, lo que permite hacer un uso eficiente en el fertirriego, al hacer un comparativo porcentual se encontró que la solución vegetativa, superó a la reproductiva en un 3.4 %.

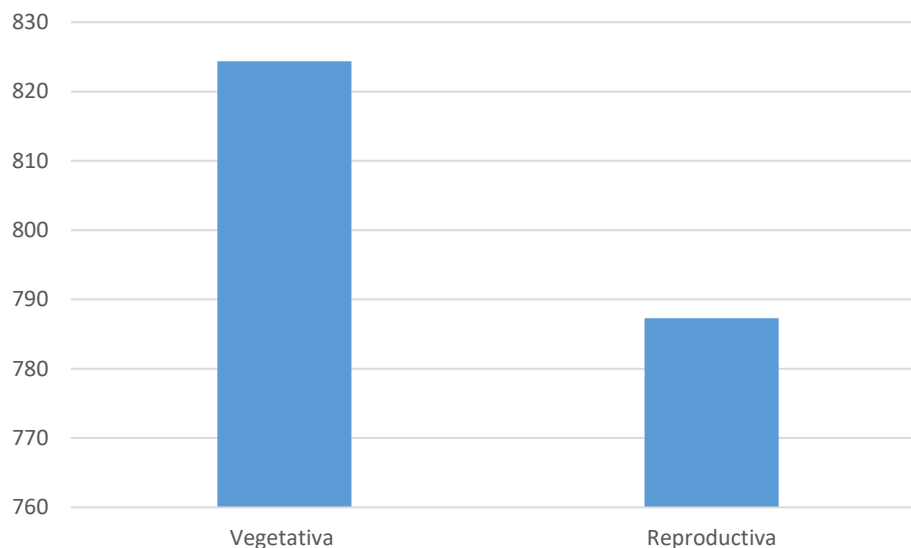


Figura 4.4 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable producción por planta (PP), expresada en g/planta.

Al analizar el Factor B, se identificó una respuesta estadística significativa, en la que los resultados muestran que los niveles de fertilizantes influyen de manera considerable, sobre esta variable, se observó que al aplicar una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, se obtuvieron los mejores resultados, teniendo un nivel de significancia (A) con un peso de 1.027 Kg de fruto por planta, siguiendo con el nivel de significancia (AB), donde se tienen las siguientes capacidades de extracción de 750, 1,500 y 1,250 Kg de fertilizante por ha/año, con los siguientes pesos 0.835, 0.812, y 0.737 Kg por planta, y el tratamiento que presenta un menor rendimiento, representa un nivel de significancia (B) con un valor de .641 Kg por planta, en donde se utilizó una capacidad de extracción de 1000 Kg/Ha/año; siendo el mejor tratamiento en que se empleó 500 Kg/ha/año, superando en 60.1 % al tratamiento que representa menor respuesta, en el que se manejó una capacidad de extracción de 1000 Kg/ha/Año.

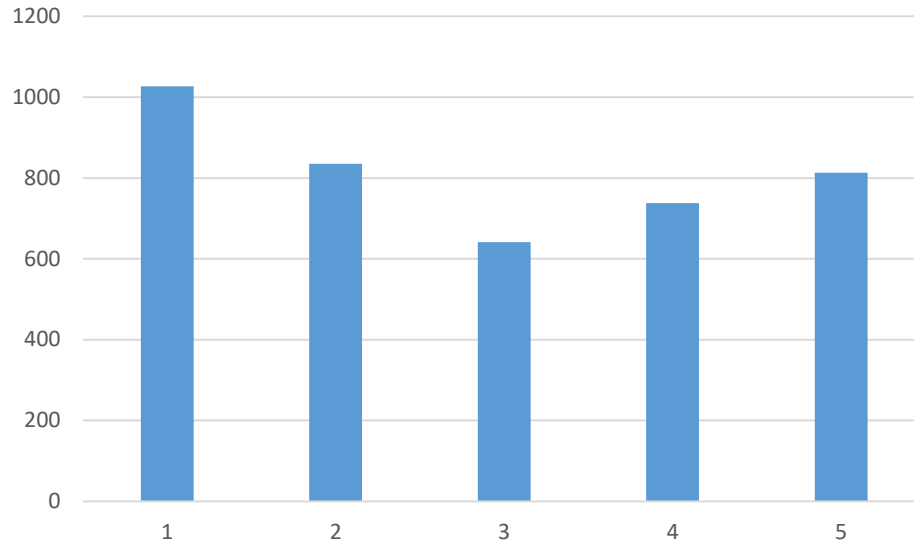


Figura 4.5 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción en Kg/Ha/año), para la variable producción por planta (PP), expresada en gr/planta, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Para la interacción AXB (Factor A, tipo de solución nutritiva y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se encontró una respuesta estadística altamente significativa, en donde se puede observar un comportamiento dependiente entre los dos factores, en el cual se observó un punto de intersección; entre el nivel de extracción de 500 Kg/Ha/año y la nutrición con influencia vegetativa se puede observar para esta variable que el mejor rendimiento por planta se obtiene cuando se emplean dosis de fertilización de 500 Kg/ha/año, empleando una solución vegetativa obteniendo el máximo rendimiento por planta $1.29 \text{ Kg*planta}^{-1}$, en comparación con la fórmula reproductiva, donde manejando la misma capacidad de extracción, se obtuvo un menor peso por planta alcanzando una producción de $0.764 \text{ Kg*planta}^{-1}$, la fórmula vegetativa, obtiene su nivel más bajo de rendimiento con valor de $0.635 \text{ Kg*planta}^{-1}$, cuando se aplicó una dosis de fertilizante 1,000 Kg/ha/año, en los resultados obtenidos se puede encontrar que a medida en que se aumenten las dosis de fertilizante, no hay variación significativa, para las siguientes

capacidades de extracción 750, 1,500, y 1,250 Kg/ha/año que reportan rendimientos: 0.848, 0.690 y 0.660 Kg*planta⁻¹.

De acuerdo con la fórmula con influencia reproductiva, el rendimiento más alto se obtuvo cuando se empleó una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año con rendimiento de 0.936 Kg*planta⁻¹, el resultado más bajo se encontró cuando se maneja una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/año con los siguientes valores 0.648 Kg*planta⁻¹, para los demás niveles de fertilización utilizados no se encontró diferencia significativa, para las capacidades de extracción, 500, 750 y 1,250 Kg/Ha/año que se reportan los siguientes resultados 0.823, 0.648, 0.816 kg*planta⁻¹, respectivamente.

Se puede observar que el uso de pequeñas cantidades de fertilizantes con una solución vegetativa, permite un incremento significativo en producción de fruto por planta, pero sucede lo contrario cuando se aplica una fórmula de tipo reproductiva en el cultivo de calabacita, se muestran los mejores rendimientos con valores más altos de fertilizantes, sin embargo se tiene un mejor rendimiento con la solución vegetativa a baja capacidad de extracción.

Esto coincide con lo obtenido por Guerrero, (2018), quien encontró que una dosis baja de fertilizante, una solución de tipo vegetativa aumentó considerablemente el rendimiento, por el contrario una dosis alta de fertilizantes disminuye el rendimiento y explica que se deba posiblemente al estrés por salinidad. Sedano, et al. 2011, cita que a altas dosis de fertilizantes nitrogenados se incrementa el rendimiento considerablemente, lo que coincide con los resultados con el presente trabajo, los mejores resultados se obtuvieron con una solución de tipo vegetativa, donde se mantiene una relación mayor de nitrógeno, se considera que el nitrógeno influye de manera positiva en el rendimiento, obteniendo y generando buenos resultados al mantener una solución con tendencia vegetativa.

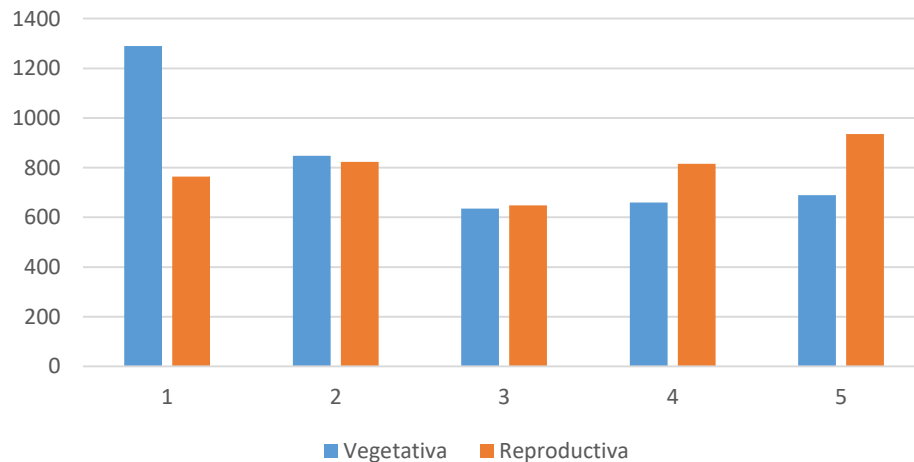


Figura 4.6 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable producción por planta (PP) expresada en g/ planta, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Frutos por planta.

Es una variable importante, debido a que está relacionada directamente con el rendimiento del cultivo, la calidad, cantidad de frutos, por lo general a mayor cantidad de fruta, la calidad a producción es menor, por lo tanto es esencial para el productor, así como para los intermediarios ya que define la factibilidad de su negocio y éxito de su empresa, si se obtiene un incremento considerable de frutos de buena calidad, las posibilidades de crecimiento como empresa, reconocimiento, tendrán efectos positivos y las posibilidades de éxito serán mayores.

Se encontró en el análisis de varianza, una respuesta no significativa para el Factor A (tipo de solución nutritiva), el uso de cualquiera de las soluciones que se emplearon (Vegetativa y/o Reproductiva) resulta indistinto en uso, de acuerdo a la respuesta estadística, se debe de tener en cuenta que una formulación de tipo reproductiva contiene en mayor porcentaje potasio, este elemento determina en gran medida la respuesta en floración, así como el tamaño final de los frutos,

su coloración, serosidad, sabor, aroma, esto da una ventaja sobre la formulación vegetativa, debido a que se puede vender a mercados más exigentes, que traerán consigo, una mayor remuneración económica. Al realizar un comparativo porcentual, se encontró que la fórmula de tipo vegetativa tiene un mejor resultado que la fórmula reproductiva con tan solo un 6.4%.

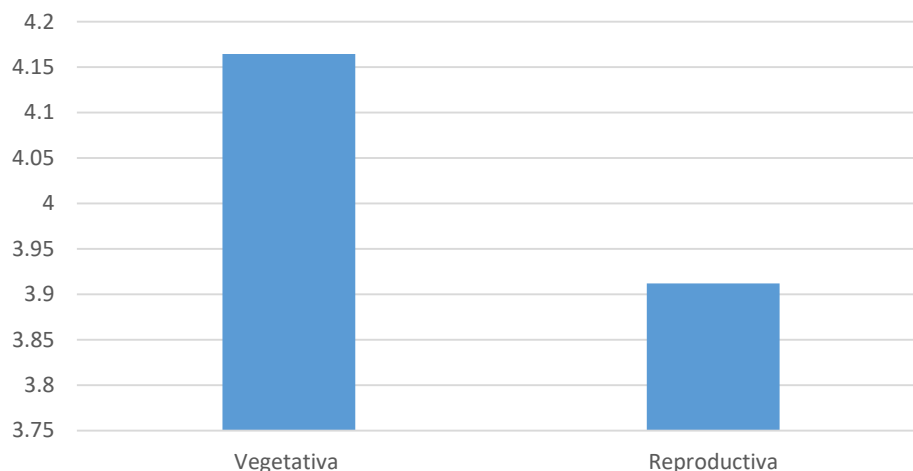


Figura 4.7 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable frutos por planta (FP), expresada en unidades/planta.

En el Factor B, se encontró una respuesta estadística significativa, en la que se observa que influyen los niveles de extracción en que son aplicados los fertilizantes, el mayor número de frutos se obtuvo cuando se aplicó una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, con un nivel de significancia (A) y un total 5.12 frutos por planta, en el nivel de significancia (AB), donde se ubican las capacidades de extracción de 750 y 1,500 Kg de fertilizantes por año, con el siguiente número 4.1 y 3.9 frutos por planta, los tratamientos que presentaron menor respuesta con nivel de significancia (B) con un numero de frutas por planta de 3.7 y 3.4 donde se emplearon las siguientes capacidades de extracción 1,250 y 1,000 Kg/ha/año; en donde el mejor tratamiento fue en el que se utilizó una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, este sobrepasa con un 20.5 % al

tratamiento que presenta la menor respuesta, que fue el tratamiento, donde se manejó una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/año.

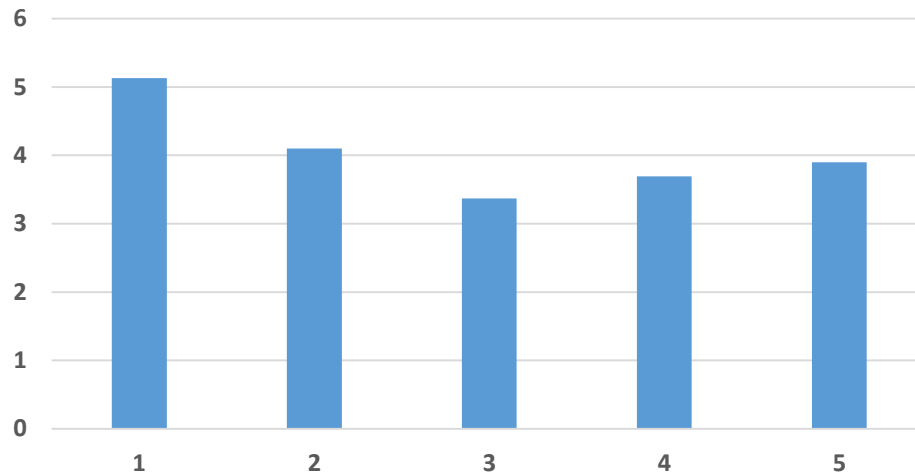


Figura 4.8 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción), para la variable frutos por planta (FP), expresada en unidades/planta, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

La interacción AXB (Factor A, tipo de solución nutritiva y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por el cultivo), en esta variable se encontró una respuesta estadística significativa, esto indica que el comportamiento es dependiente entre los factores, debido a que existe dependencia entre ellos; cuando se empleó la dosis más baja de fertilizante, a una capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, con una fórmula con influencia a vegetativa, se encontró el mayor número de frutos con un total 6.17 frutos*planta⁻¹, en comparación con la misma capacidad de extracción pero aplicando una solución con influencia reproductiva, se obtuvo el siguiente resultado 4.08 frutos*planta⁻¹, por lo que resulta mejor la solución con influencia vegetativa, en este tipo de formulación se obtuvieron los siguientes valores, para las capacidades de extracción 750, 1,000, 1,250, 1,500 Kg/ha/año, se obtuvieron los siguientes datos 4.4, 3.5, 3.3 y 3.4 frutos*planta⁻¹, se debe tener en cuenta que

el tratamiento más bajo, fue en el que se aplicó un nivel de extracción del cultivo de 1,250 Kg/ha/año con 3.3 frutos*planta⁻¹.

Para la fórmula de tipo reproductiva, el mejor tratamiento se mostró con una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, y el tratamiento en el que se obtuvo un menor rendimiento fue con una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/año, con valor de 3.3 frutos*planta⁻¹, para las demás capacidades de extracción 500, 750, 1,250 Kg/ha/año, se obtuvieron los siguientes valores 4.1, 3.8 y 4 frutos*planta⁻¹, respectivamente.

Al aplicar el tipo de solución con tendencia a vegetativa (alta en nitrógeno) y una capacidad de extracción baja favorece el incremento de número de frutos, por lo contrario en la formulación de tipo reproductiva (alta en potasio), en donde los mejores resultados se obtienen con mayores cantidades de fertilizante que van desde 1,250 a los 1,500 Kg/ha/año además de no igualar a la vegetativa. Esto coincide con lo obtenido por (Sedano, 2011) quien menciona que al incrementar una dosis de 240 Kg/ha de nitrógeno aumento el número de frutos señalando que obtuvo 14.71 frutos*planta⁻¹. En cambio Sedano, *et al.*, 2005 encontraron que al incrementar el nitrógeno obtiene siete frutos*planta⁻¹, Harrelson, *et al.*, 2004 mencionan que para la calabacita con cero labranza, cuando se aumentó la dosis de nitrógeno, el número de frutos fue mayor, esto coincide con el actual trabajo, es posible generar un mayor número de frutos que nos llevará a tener un mejor rendimiento, sin la necesidad de aplicar grandes cantidades de fertilizantes, manejando adecuadamente el uso de las soluciones, es importante el cuidado de nuestros suelos y evitar la salinización de estos, para poder obtener los mejores rendimientos, (Harrelson, 2004).

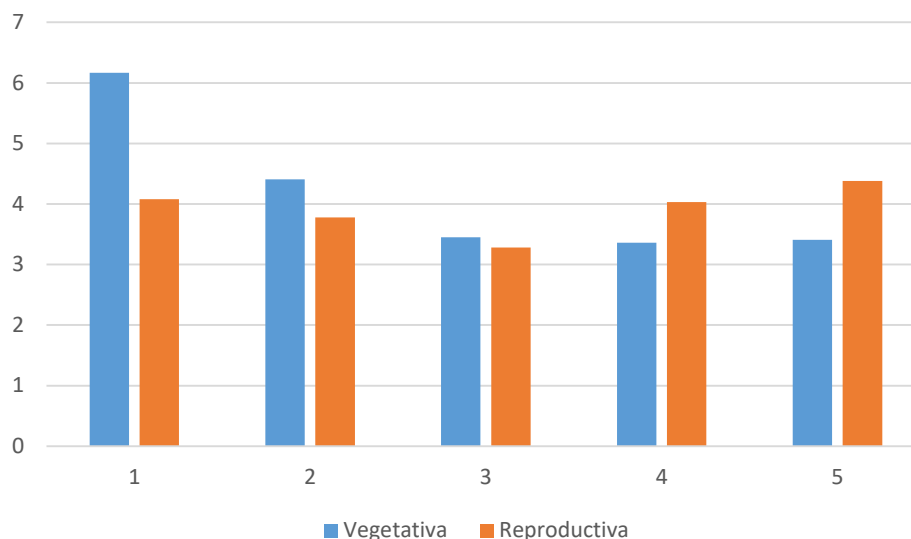


Figura 4.9 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable frutos por planta (FP), expresada en unidades/planta, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Peso del fruto.

Para los intermediarios, como para el productor y para el consumidor es una variable demasiado importante, esta define de manera directa la calidad del fruto, tamaño, peso, por lo que está relacionado directamente con la variable de rendimiento, peso por planta, número de frutos, si se logra tener un buen resultado es posible que se tenga éxito en el cultivo.

Se encontró en el análisis de varianza una respuesta significativa para el Factor A (Tipo de solución nutritiva), lo que resulta mejor la utilización de una formulación reproductiva, con base en esa respuesta, se debe de tener en cuenta que el potasio se encarga de estimular el contenido de agua de las células, por lo que este hecho está muy relacionado con la engorda y calidad del fruto, ejerciendo un efecto en el control sobre la permeabilidad de dichas membranas celulares, lo que se traduce en menor pérdida de agua y en mayor conservación del fruto (Agricultureros, 2014); al hacer un comparativo porcentual, se encontró que la fórmula reproductiva, supera a la vegetativa en tan solo un 5.9%.

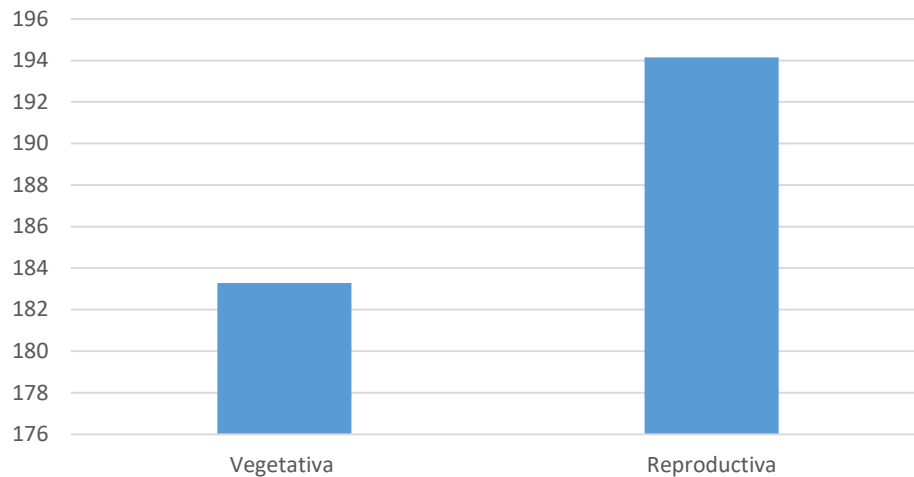


Figura 4.10 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable peso del fruto (PF), expresada en g/fruto.

En el Factor B, no hubo respuesta estadística significativa, en la que se muestran los niveles en los fertilizantes fueron aplicados sobre la variable, la mejor respuesta se obtuvo en los niveles de capacidad de extracción 1,500 Kg/ha/Año, con nivel de significancia (A) con un peso de 195.52 g por fruto, en esta variable nada más se obtuvo un solo nivel de significancia (A) donde se ubican las siguientes capacidades de extracción de 750, 500, 1,250, y 1,000 Kg de fertilizante por año, con los siguientes pesos 191.31, 187.90, 186, 182.83 gramos por fruto; respectivamente el tratamiento que presentó la menor respuesta, con un peso de 182.83 g por planta, fue el tratamiento en que se usó una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/Año, el mejor tratamiento fue aquel en el que se empleó una dosis de capacidad de extracción de 1,500 Kg/Ha/Año, superando en un 6.9% al tratamiento con más baja respuesta que fue el tratamiento, donde se utilizó una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/Año.

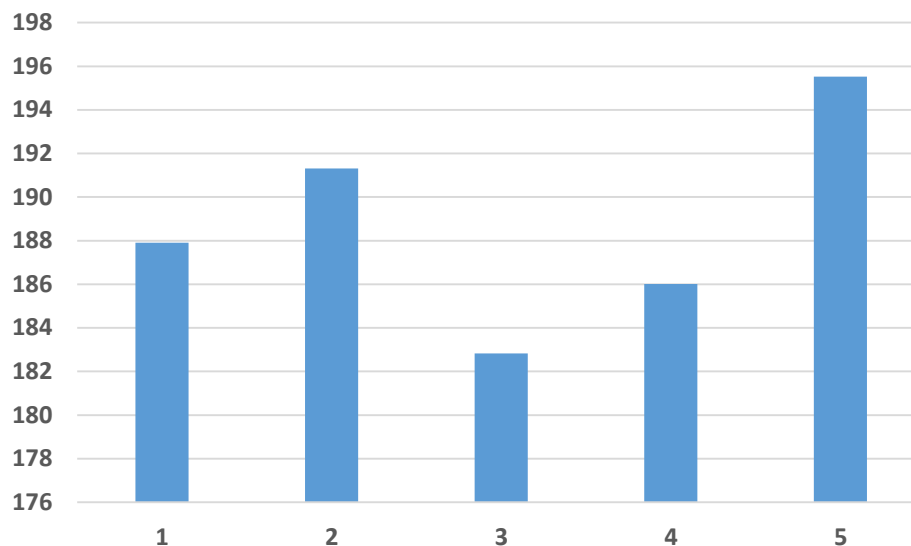


Figura 4.11 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción), para la variable peso del fruto (PF), expresada en g/fruto, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Para la interacción AXB (Factor A, tipo de solución nutritiva y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se encontró una respuesta no significativa, lo cual indica un comportamiento independiente de los dos factores, debido a que se comportan de manera diferente; el mejor resultado se obtuvo con una cantidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, empleando una fórmula de tipo reproductiva un peso de $200.5 \text{ g*fruto}^{-1}$, para el valor más bajo que se encontró con un nivel de capacidad de extracción de 500 Kg/ha/año, presentando un rendimiento $187.6 \text{ g*fruto}^{-1}$, para el tipo de solución reproductiva, estas capacidades de extracción 750, 1,000 y 1,250 arrojaron estos pesos 199.6, 190.3 y 192 g*fruto^{-1} . Para el tipo solución vegetativa el mejor resultado que se obtuvo fue con una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, con valor de $190.6 \text{ g*fruto}^{-1}$, para las demás capacidades de extracción se obtienen estos resultados, 500, 750, 1,000 y 1,250 Kg/ha/año, con estos rendimientos, 188.2, 182.9, 174.3 y $179.9 \text{ g*fruto}^{-1}$, el tratamiento con el nivel más bajo, se encontró con una capacidad de extracción de 1,000 Kg/ha/año, obteniendo la cantidad de $174.3 \text{ g*fruto}^{-1}$ respectivamente.

Resulta que el uso de la fórmula de tipo reproductiva (alta en potasio), favorece el peso del fruto teniendo mejores resultados en todos los niveles de extracción del cultivo que se manejaron, es importante mencionar que al realizar un comparativo porcentual, se tiene una diferencia del 5.9% en comparación con la solución de tipo vegetativa, cabe destacar que cuando se emplea una alta dosis de potasio se tienen frutos más pesados. (García, 2015) Indica nula influencia de los tratamientos sobre el peso medio de los frutos al manejar diferentes relaciones nitrógeno potasio; pero también menciona que al manejar la relación 1:2 N/K el peso medio de fruto tuvo un incremento poco significativo.

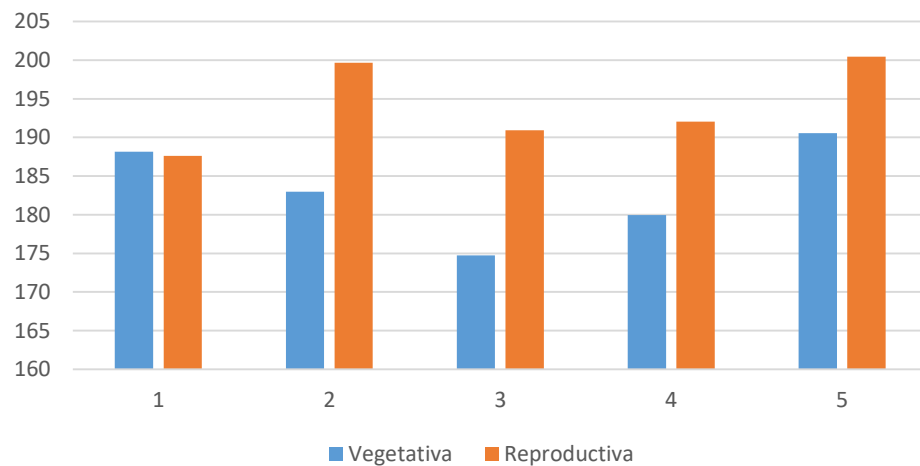


Figura 4.12 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable peso del fruto (PF), expresada en g/fruto, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Diámetro ecuatorial.

Es una variable con importancia, de acuerdo a las características del fruto se puede definir el mercado al que será dirigido, por lo que es importante para el intermediario y consumidor final, para el productor es importante conocer el tipo de fruto para tomar una decisión y ver hacia donde será dirigida su cosecha; la apariencia es la primera impresión que el consumidor recibe, el componente más

importante para la aceptación y eventualmente la compra, las posibilidades de éxito para el negocio y/o empresa sean mayores. (Camelo, 2003)

El análisis de varianza, reporta una respuesta significativa para el Factor A (Tipo de solución nutritiva), resulta más favorable la utilización de una fórmula reproductiva, con base en respuesta estadística, se considera que aumentar la dosis de potasio en las etapas reproductivas ayuda a la obtención de frutos de calidad, tamaño, color y aroma; (Agricultura, 2015) al hacer un comparativo porcentual, se detectó que la fórmula reproductiva, supera a la vegetativa en tan solo un 2.8%.

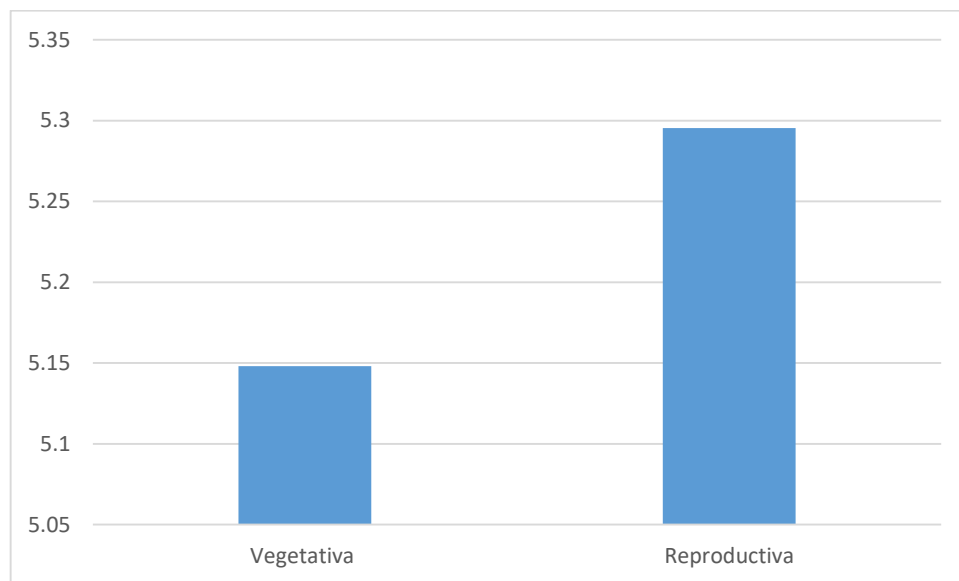


Figura 4.13 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro ecuatorial (DE), expresada en cm.

Para el Factor B, se encontró una respuesta estadística no significativa, en la que se indican los niveles en que se aplicaron los fertilizantes sobre esta variable, se obtuvo la mejor respuesta cuando se manejó una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, Con un nivel de significancia (A) y un valor de 5.31 cm de diámetro ecuatorial, para todos los tratamientos se obtuvo el mismo nivel de significancia, donde se ubican las siguientes capacidades de extracción 500, 750, 1,250 y 1,500 Kg de fertilizante/ha/año, con los siguientes valores: 5.23,

5.19, 5.18, y 5.31 cm, respectivamente el tratamiento que menor respuesta presentó fue el de 1,000 Kg/ha/año con el mismo nivel de significancia, con un resultado de 5.16 cm, el mejor tratamiento supera en un 2.8% al tratamiento que presenta la más baja repuesta.

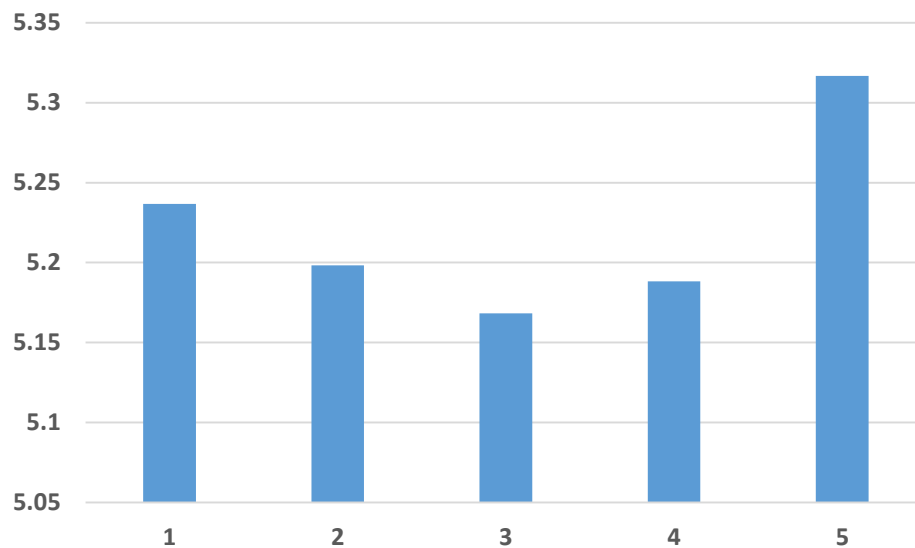


Figura 4.14 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción), para la variable diámetro ecuatorial (DE), expresada en cm, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

La interacción del Factor AXB Factor A, tipo de solución y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por el cultivo), se obtuvo una respuesta estadística no significativa, lo que indica un comportamiento de forma independiente para cada uno de los factores; el mejor resultado se encontró al emplear una fórmula de tipo reproductiva, con una capacidad de extracción por el cultivo, 1,500 Kg/ha/año en que se muestran un valor de 5.34 cm*fruto⁻¹, en comparación con la fórmula de tipo vegetativa, con la misma cantidad de extracción se encontró un resultado muy similar, de 5.29 cm*fruto⁻¹, para lo solución con tendencia a vegetativa, en las capacidades de extracción de 500, 750, 1,000 y 1,250 Kg/ha/año obtuvieron datos de 5.20, 5.06, 5.07 y 5.11 cm*planta⁻¹, en donde se encontró el menor resultado fue con una capacidad de extracción de 750 Kg/ha/año con un valor de 5.06 cm*planta⁻¹, es importante

tener en cuenta el mercado al que será dirigido el fruto, ya que en este se manejan diferentes estándares de calidad de acuerdo al consumidor final. Para la solución de tipo reproductiva, cuando se usan las siguientes capacidades de extracción de 500, 750, 1,000 y 1,250 Kg/ha/año se obtienen estos valores 5.27, 5.33, 5.26 y 5.26 $\text{cm}^3\text{fruto}^{-1}$, no encontrando diferencia entre las capacidades de extracción de 1,000 y 1,250 Kg/Ha/año siendo los valores más bajos respectivamente.

El uso de una fórmula con influencia reproductiva (alta en potasio), permite la obtención de frutos con mayor diámetro ecuatorial, esto posiblemente sucede por una adecuada polinización y fecundación de los óvulos, que trae como consecuencia una formación e incremento de semillas, provocando ensanchamiento del fruto en la zona placentaria, para las empresas productoras de semillas el uso de esta fórmula de tipo reproductiva les permitiría tener una mejor calidad y cantidad.

Cuando se emplea una fórmula de tipo vegetativa (alta en nitrógeno) se encuentra frutos de menor diámetro ecuatorial, pero se debe tomar en cuenta el mercado, ya que en casos este demanda frutos más estéticos un poco más alargados, no tan anchos; es probable que el incremento de nitrógeno en esta solución no favorezca a la producción de semillas, es posible que no ensanche el fruto, pero que son preferidas para su consumo en fresco, esto nos permite tener un mayor lapso de tiempo entre cortes de fruto o bien intervalos de corte más cortos por un rápido crecimiento. Díaz, (2014), menciona que las plantas que recibieron una fertilización en baja concentración resultaron con un menor diámetro de fruto. Por otro lado esto no coincide con la lo mencionado, reportan el uso de una fórmula de fertilización vegetativa 240-160-120 en el cultivo del pepino que les ayudó a mejorar el diámetro de los frutos. (Cristobal, 2002) Guerrero, (2018), señala que no se encuentra una respuesta significativa, en la interacción del Factor A (tipo de solución nutritiva) x Factor B (capacidad de extracción) para la variable diámetro polar, esto coincide con el trabajo realizado.

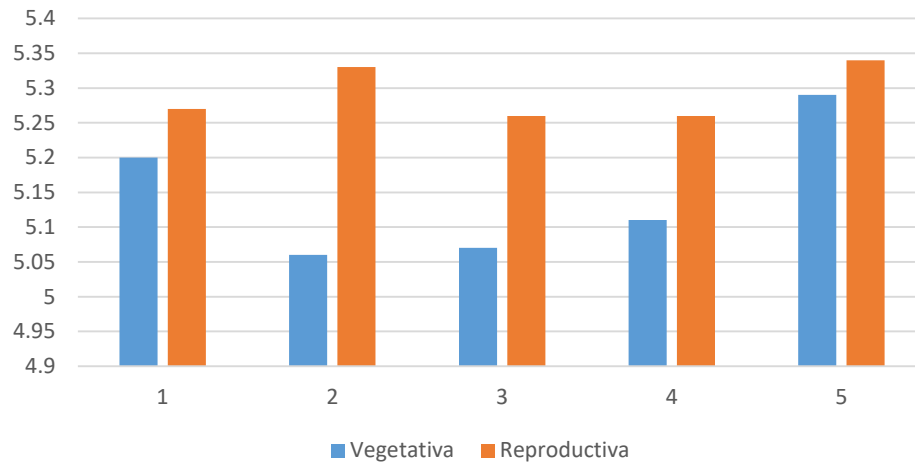


Figura 4.15 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable diámetro ecuatorial (DE), expresada en cm, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

Diámetro polar.

Es una variable con gran importancia, para el consumidor, productor e intermediario; para el mercado, la uniformidad es un concepto que se aplica a todos los componentes de la calidad (tamaño, forma, color, madurez, compacidad), para el consumidor es un aspecto relevante que le indica que ya alguien que conoce el producto, lo ha seleccionado y separado en categorías basadas en los estándares de calidad oficiales, tan importante es, que la principal actividad de la preparación para mercado es precisamente uniformar el producto, por lo que un buen resultado en esta variable es probable que se tenga éxito para el negocio y empresa, un fruto que alcanza más rápido la longitud deseada, más precoz en su corte.

Se encontró al realizar el análisis de varianza, una respuesta no significativa para el Factor A (Tipo de solución nutritiva), por lo que se deduce con base en la respuesta estadística, que resulta indiferente el uso de cualquiera de las formulaciones, ya sea de tipo vegetativa o reproductiva, sin embargo se encontró

que mediante fertilización con N se aumentó la concentración de clorofila en hojas de calabacita, al aumentar el N permitió incrementar el rendimiento de fruto (Harrelson, 2004). Pero en calabaza un mayor contenido de N favoreció la incidencia de la enfermedad mancha foliar causada por *Phoma sorghina*, mientras que con potasio no, por lo que se debe de considerar que probablemente se tendrán que realizar más aplicaciones para el control de plagas y enfermedades; al hacer el comparativo porcentual, se encontró que la fórmula reproductiva supera en tan solo 1.7% a la vegetativa.

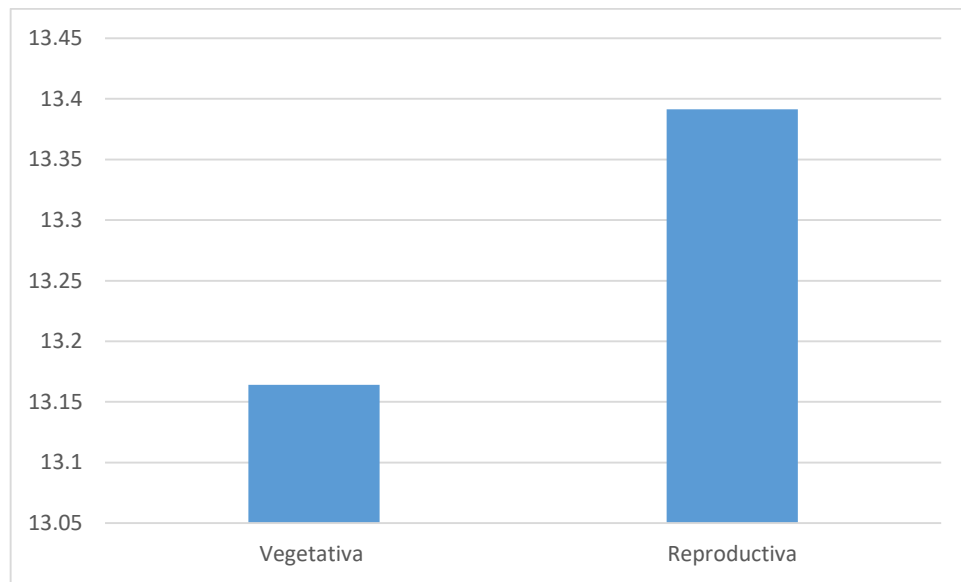


Figura 4.16 Respuesta de la calabacita al Factor A, (Tipo de solución nutritiva), para la variable diámetro polar (DP) expresada en cm.

Para el Factor B se obtuvo una respuesta no significativa, en la que no muestra influencia en los niveles en que los fertilizantes son aplicados sobre la variable, resultó el mismo nivel de significancia (A) para todas las capacidades de extracción, los resultados fueron los siguientes: 1,500, 750, 500, 1,250 Y 1,000 Kg/ha/año con un diámetro polar de 13.48, 13.42, 13.29, 13.18 y 13 cm, respectivamente el tratamiento que presentó mejor respuesta fue cuando se utilizó una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, con un valor de 13.48 cm, el tratamiento que presento menor respuesta, se empleó una cantidad de extracción de 1,000 Kg/ha/año, con un resultado de 13 cm , por lo tanto el mejor

tratamiento supera en un 3.7% al tratamiento que reporta más baja repuesta, sin embargo considerando el aspecto económico, es mejor aplicar la capacidad de extracción más baja, ya que resulta más económica.

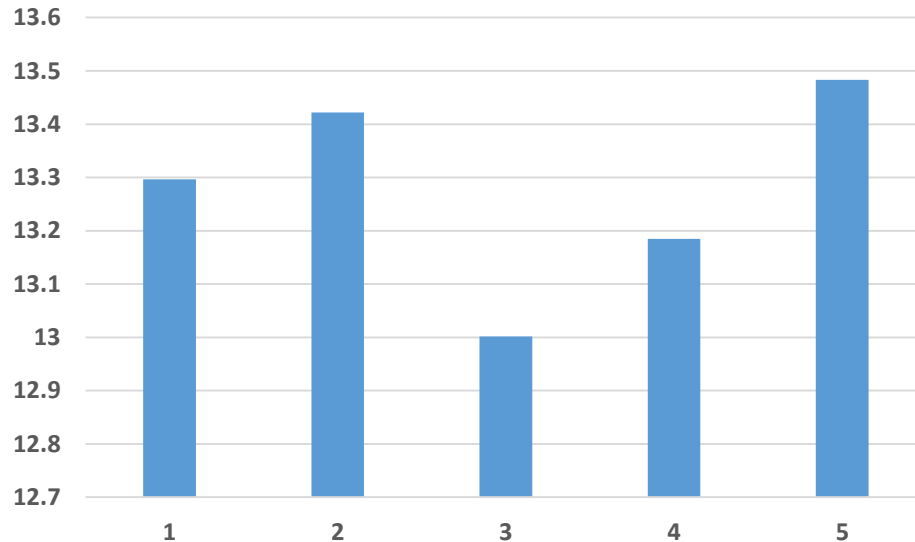


Figura 4.17 Respuesta de la calabacita al Factor B, (Capacidad de extracción), para la variable diámetro polar (DP) expresada en cm, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

La interacción AXB (Factor A, tipo de solución nutritiva y Factor B capacidad de extracción de fertilizantes por las plantas), se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica un comportamiento independiente de los factores; para la fórmula de tipo vegetativa se observan valores más bajos en cuanto al diámetro polar, con las siguientes capacidades de extracción 500, 750, 1,000, 1,250 y 1,500 Kg/ha/año, con los siguientes valores 13.3, 13.2, 12.8, 12.9 y 13.4 $\text{cm} \cdot \text{fruto}^{-1}$, respectivamente se obtuvo el valor más bajo para la cantidad de extracción por el cultivo de 1,000 Kg/ha/año, con 12.8 $\text{cm} \cdot \text{fruto}^{-1}$, el resultado más alto se obtuvo, con una capacidad de extracción de 1,500 Kg/ha/año, con un valor de 13.4 $\text{cm} \cdot \text{planta}^{-1}$, en comparación la solución con tendencia reproductiva (alta en potasio), donde se encontró un alto resultado, fue con una capacidad de extracción de 750 Kg/ha/año, mostrando un resultado de 13.6 $\text{cm} \cdot \text{planta}^{-1}$, para los demás niveles de extracción 500,

1,000, 1,250 y 1,500 Kg/ha/año, se obtuvieron los siguientes valores: 13.28, 13.17, 13.37 y 13.48 cm*planta⁻¹ respectivamente.

Al aplicar una fórmula de tipo reproductiva se encontró para esta variable, la formación de frutos más uniformes para todas las capacidades de extracción, pero se debe de tomar en cuenta que la solución de tipo reproductiva, favorece el incremento del diámetro ecuatorial, se considera una buena característica, si tiene como objetivo la producción de semilla; para el tipo de solución vegetativa se encuentran más frutos homogéneos que para el Factor B (capacidad de extracción), la solución vegetativa presenta mejores características, en la que probablemente se tendrán frutos con mejores características, este tipo de solución resulta favorable para producción de calabacitas para su consumo como fruto inmaduro. Roblero, (2014), menciona que con la aplicación de una dosis 110-90-60, con un resultado de 13.4 cm*planta⁻¹, para la variable de diámetro ecuatorial, resultando un valor muy parecido a lo encontrado con el trabajo actual. Díaz, (2014), menciona que no encuentra una diferencia significativa entre los tratamientos, utilizando una dosis de 120-77-210, encontró que en los tratamientos donde se reduce la fertilización, es más pequeña la longitud del fruto. Guerrero, (2018), señala que no encontró una respuesta significativa en donde se muestra una interacción de 2 factores AXB Factor, A Tipo de solución (vegetativa y reproductiva) B (Capacidad de extracción), coincidiendo estos resultados con el trabajo actual, una fórmula de tipo vegetativa, presenta mejores características si su objetivo es para consumo en fresco y una solución de tipo reproductiva presenta mejores características si su función es la producción de semillas.

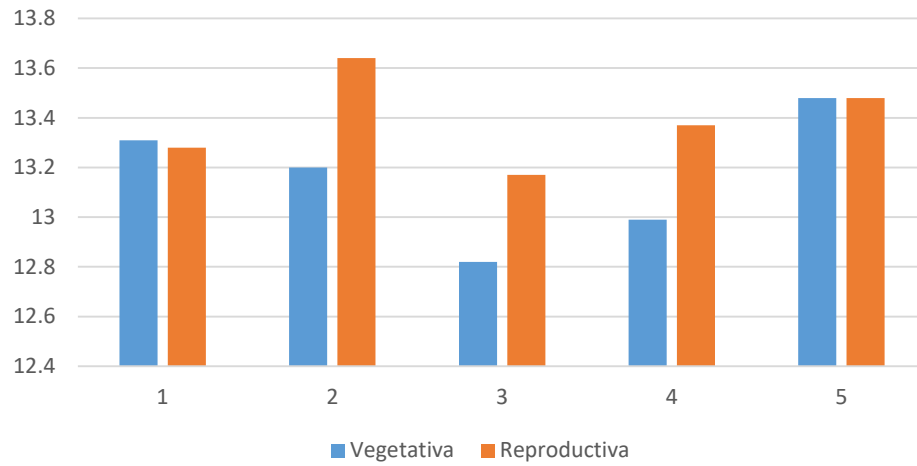


Figura 4.18 Respuesta de la calabacita a la capacidad de extracción de fertilizantes para la variable diámetro polar (DP), expresada en cm, (Las Dosis se muestran en el eje x de la gráfica, ver Cuadro A.7).

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo experimental, se llega a las siguientes conclusiones:

- La producción de calabacita muestra buenos resultados, al emplear las tecnologías de fertirriego y acolchado.
- El manejo de una adecuada dosificación de fertilizantes (capacidad de extracción por el cultivo) permite la especie exprese su máximo potencial genético mostrando capacidades de producción aceptables.
- El uso adecuado y dosificación de fertilizantes, nos ayuda conservar los suelos, evitando salinización y baja producción de rendimientos.
- El uso de una nutrición completa de macro y micro elementos permite tener plantas con una excelente sanidad.
- La solución con mejor resultado fue la de tipo vegetativa con una cantidad de extracción por año de 500 Kg/ha/año.

RECOMENDACIONES

En virtud de que los antecedentes o trabajos de campo no son suficientes de tal manera que permitan confiabilidad en la información obtenida, lo que a continuación se manifiesta no se le debe de dar carácter de recomendación si no de sugerencia:

Para la producción de calabacita, para mercado en fresco, se sugiere la utilización de acolchado, una de las ventajas es que incrementa la temperatura del suelo, reduce la evaporación del agua haciendo más eficiente el uso de la misma, reduce la presencia de malas hierbas evitando la competencia por nutrientes para el cultivo, aumenta la precocidad en la producción por el incremento de la temperatura en el suelo y se produce una fertilización carbónica naturalmente, esto sucede al momento en que la raíz de la planta comienza a respirar produciendo CO₂. Además, el uso del fertirriego hace más eficiente el uso de los fertilizantes, permitiendo un mejor fraccionamiento de las cantidades, facilitando su aplicación el cual reduce la mano de obra.

De acuerdo con el trabajo realizado, se sugiere el empleo de variedades de calabacita que se adapten a la zona correspondiente, para la fertilización si se desea producir frutos para mercado en fresco, se sugiere aplicar dosis bajas de fertilizante, 500 Kg/ha/año de una fórmula completa (macro-elementos y micro-elementos) de fertilizantes con tendencia vegetativa, ya que es posible que se tengan mejores resultados, para número de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, y rendimiento total. Si lo que se quiere es producción de semilla, se recomienda la utilización de una solución con tendencia a reproductiva con niveles más altos de fertilizantes, ya que muestra un mayor diámetro ecuatorial y polar en frutos mostrando un mayor número de semillas. Se debe de tener en cuenta que, para cada zona de producción es totalmente diferente, ya que se encuentra con factores cambiantes, lo más importante es realizar un monitoreo, en el que se debe de tener en cuenta el monitoreo de temperaturas, análisis de suelo, análisis de agua, las posibles plagas y enfermedades que se puedan presentar.

VI. LITERATURA CITADA

- Agricultura, E. v. 17 de Junio de 2015. El valor de la agricultura . Obtenido de <https://www.valoragricultura.com/single-post/2015/06/17/Importancia-del-potasio-en-la-calidad-del-fruto>
- Agriculturers. 29 de Diciembre de 2014. Agriculturers red de especialistas en agricultura . Obtenido de <http://agriculturers.com/controla-la-madurez-y-el-engorde-de-los-frutos-con-el-sulfato-de-potasio/>
- Alcántar, G. G. 2016. Elementos Esenciales in: Nutrición de Cultivos. Texcoco, México : Biblioteca Básica para la Agricultura.
- Alimentos saludables. 2012. Obtenido de <https://alimentosaludables.mercola.com/calabacita.html>
- Bautista, R. O. Diciembre de 2009. Infoacerca. Obtenido de <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/076/ca076.pdf>
- Bonilla. (2000). Introducción mineral de las plantas. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Camelo, A. F. 2003. FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s08.htm>
- Constantopoulos, G. 1970. Lipid metabolism of manganese-deficient algae. I. Effect of manganese deficiency on the greening and the lipid composition of *Euglena gracilis*. *Plant Physiol.*
- Cristóbal, Z. J. 2002. Crecimiento producción y extracción de N-P-K en plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.) ante diferentes dosis de fertilizante. *Interamer. Soc Hort.*
- Díaz, B. A. 2014. Eficiencia en el uso de los fertilizantes en la calabacita (*Cucurbita pepo* L.) mediante un programa de fertilización en función de la curva de crecimiento . Saltillo Coahuila México : Tesis de licenciatura UAAAN .
- García, A. 2015. Relación nitrógeno:potasio en el cultivo de la calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Tipo zuchinni, cv., metro. Saltillo Coahuila México; Tesis licenciatura UAAAN.
- Guerrero, A. 2018. Manejo de Nutrición Completa Considerando Capacidad de Extracción y Densidad en la Producción de Calabacita. Saltillo Coahuila México: Tesis licenciatura UAAAN.
- Harrelson, R. A. 2004. Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture. N.C: Pumpkyn Production.
- Harrelson, R. A. 2004. Proceeding of the 26th Southern Conservation Tillage Conference for Sustainable Agriculture. Carolina del Norte, Estados

- Unidos Americanos . Obtenido de
file:///C:/Users/Rodrigo/Downloads/Vol_29-Num_2-292133%20(1).pdf
- Herrera, E. F. 13 de septiembre de 2013. Hortalizas. Obtenido de Control del amarillamiento de cucurbitáceas: <https://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/control-del-amarillamiento-de-cucurbitaceas/>
- Hortalizas. 2010. FrutasyHortalizas.com. Obtenido de <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Calabaza.html>
- InfoAgro.2011. InfoAgro.com. Obtenido de <http://www.infoagro.com/hortalizas/calabacin.htm>
- Intagri. 2016. Nutrición Adecuada vs Estrés Vegetal. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/nutricion-adecuada-estres-vegetal>
- Intagri S.C. 2015. Obtenido de Nutrición vegetal, la uncion de los nutrientes esenciales Parte II Micronutrientes : <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funcion-de-nutrientes-esenciales-parte-2-micronutrintes>
- Intagri S.C. 2015. Obtenido de Manejo de la Fertirrigación en Cítricos: <https://www.intagri.com/articulos/frutales/manejo-de-la-fertirrigacion-en-citricos>
- Intagri S.C. 2017. Obtenido de Soluciones Nutritivas para el Cultivo de Tomate: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/soluciones-nutritivas-para-el-cultivo-de-tomate>
- Intagri, S. 2016. La Salinidad de los Suelos, un Problema que Amenaza su Fertilidad. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/salinidad-de-suelos-problema-de-fertilidad>
- Jones, J. B. 1999. Plant Nutrition In : Tomato plant culture: in the field, greenhouse and home garden. New York: CRC Press.
- Kafkafi, U. T. 2012. Fertirrigación: Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua . International Potash Institute.
- Kirby, ,. E. 2007. Micronutients in plant physiology: functions, uptake and mobility.
- Rosales, L.R, 2007. Caracterización del proceso de abscisión floral en cucúrbita pepo. Granada , España: Universidad de Granada .
- Lardizábal, R. Octubre de 2004. Centro de desarrollo de agronegocios . Obtenido de Manual de Producción de Zucchini: http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/68/CDA_Fint rac_Manual_Produccion_Zucchini_08_04.pdf?sequence=1
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Londres: Academy Press.
- Masher, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Londres: Academy Press.

- Masher, H. R. 1973. Akkumulation und Translokation von K⁺, Na⁺ und Ca²⁺. Londres: Academy Press.
- Mengel, K. K. 1979. Principals of plant nutrition. segunda Edition. International Potash Institute. Switzerland.
- Ness, P. J. 1980. RNA synthesis in Phaseolus chloroplast. I. Ribonucleic acid synthesis and senescing leaves.
- Roblero, H. R. 2014. Producción de Calabacita (*Cucúrbita pepo L.*) Variedad Grey Zuchinni Aplicando Humus Líquido de lombriz. Saltillo Coahuila México, Tesis Licenciatura UAAAN.
- Sánchez, P. A. 2000. Análisis y diagnóstico nutricional en los cultivos sin suelo. España: Mundi-Prensa.
- Sedano C., V. A. Junio de 2011. rendimiento y calidad de frutos de calabacita con altas dosis de n y k. Terra Latinoamericana, 133-142 pp.
- Sedano C.G., G. H. 2011. Rendimiento y calidad de frutos con altas dosis de N y K (Vol. 29). Terra latinoamericana.
- Sela, G. 2016. Fundamentos del manejo de la fertilización y el riego . Israel .
- SIAP. 2017. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. Obtenido de Cultivo calabacita: www.gob.mx/siap
- SL, B.-O. 2018. Botanical-Online SL. Obtenido de <https://www.botanical-online.com/plantas anuales.htm>
- Taiz, L. Z. 2002. Plant physiology. Massachusetts: Sinauer associates Inc.
- Vazquez, M. 2005. Fisiología Vegteal . En M. Vaquez, Fisología Vegetal .
- Vela, E. 2016. Aequología Mexicana. Obtenido de Las especies de calabaza de México: <https://arqueologiamexicana.mx/mexico-antiguo/las-especies-de-calabaza-de-mexico>
- Velazco, H. E. 2006. Cultivo del jitomate en hidroponia e invernadero. Texcoco, México: Universidad Autónoma de Chapingo Tesis Licenciatura.
- Walker, C. J. 1991. Futher characterization of the magnesium chelatase in isolated developing cucumber chloroplast. Plant Physiol .
- Whitaker t.w, D. G. 1962. Cucurbita. Botany, cultivation and utilization. England: Hill Books Ltd.
- Yañez, R. 2002. Nutrición y regulación de crecimiento en hortalizas y frutales. Saltillo Coahuila México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Apéndice

Análisis de varianza (ANVA), para cada una de las variables evaluadas.

Cuadro A.1. Análisis de varianza, para la variable rendimiento total (RT), expresada en Kg/Ha

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	7539812.7	7539812.7	0.19	0.6652	NS
B	4	668284665.7	167071166.4	4.29	0.0130	*
AB	4	736019878.2	184004969.5	4.73	0.0088	**
R	2	30083915.8	15041957.9	0.39	0.6851	NS
Error	18	700924981	38940277	3.37	0.0110	*
Total	29	2142853253				

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta estadística Altamente Significativa

Cuadro A.2. Análisis de varianza, para la variable producción por planta (PP), expresada en gramos por planta

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	5507.5330	5507.5330	0.19	0.6652	NS
B	4	488155.3439	122038.8360	4.29	0.0130	*
AB	4	537633.2200	134408.3050	4.73	0.0088	**
R	2	21975.1028	10987.5514	0.39	0.6851	NS
Error	18	511997.794	28444.322	3.37	0.0110	*
Total	29	1565268.994				

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta estadística Altamente Significativa

Cuadro A.3. Análisis de varianza, para la variable frutos por planta (FP), expresada en unidades por planta

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	0.47880333	0.47880333	0.82	0.3784	NS
B	4	10.64173333	2.66043333	4.53	0.0104	*
AB	4	8.79008000	2.19752000	3.74	0.0219	*
R	2	0.054460667	0.27230333	0.46	0.6361	NS
Error	18	10.56599333	0.58699963	3.17	0.0147	*
Total	29					

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta estadística Altamente Significativa

Cuadro A.4. Análisis de varianza, para la variable peso del fruto (PF), expresada en gramos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	884.438403	884.438403	4.75	0.0429	*
B	4	574.072613	143.518153	0.77	0.5586	NS
AB	4	292.011013	73.002753	0.39	0.8118	NS
R	2	1100.756487	550.378243	2.95	0.0778	NS
Error	18	3354.366180	186.353677	1.39	0.2580	NS
Total	29	6205.644697				

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta estadística Altamente Significativa

Cuadro A.5. Análisis de varianza, para la variable diámetro ecuatorial (DE), expresada en centímetros

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	0.16280333	0.16280333	6.49	0.0202	*
B	4	0.08250000	0.02062500	0.82	0.5278	NS
AB	4	0.04678000	0.01169500	0.47	0.7597	NS
R	2	0.12988667	0.06494333	2.59	0.1027	NS
Error	18	0.45144667	0.02508037	1.53	0.2044	NS
Total	29	0.87341667				

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta estadística Altamente Significativa

Cuadro A.6. Análisis de varianza, para la variable diámetro polar (DP), expresada en centímetros

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F	Significancia
A	1	0.38760333	0.38760333	2.70	0.1175	NS
B	4	0.88895333	0.22223833	1.55	0.2303	NS
AB	4	0.30491333	0.07622833	.53	0.7140	NS
R	2	0.63212667	0.31606333	2.20	0.1392	NS
Error	18	2.58034000	0.14335222	1.40	0.2525	NS
Total	29	4.79393667				

FV = Fuentes de Variación, GL = Grados de Libertad, SC = Suma de Cuadrados, CM = Cuadrado Medio, FC = Factor Calculado, A = Factor A (Tipo de Solución Nutritiva, B = Factor B (Niveles de Extracción), AB = Interacción entre los factores A y B, R = Repeticiones, NS = No significativo, * = Respuesta Estadística Significativa, ** = Respuesta Altamente Significativa

Cuadro A.7 Dosis y cantidades de extracción de fertilizante/ha/año

Dosis	Kilogramos por hectárea por año
1	500
2	750
3	1000
4	1250
5	1500

