

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

**EFFECTO DE 4 DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO  
Y 3 NIVELES DE HUMEDAD EN CALABACITA  
(*Cucurbita pepo* L.) BAJO RIEGO POR GOTEO**

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a sun rising over a landscape with mountains and a river. The shield is flanked by two figures, possibly representing science and agriculture. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the text "UNIVERSIDAD DE SONORA" at the top and "1942" at the bottom.

**TESIS DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**JUAN CARLOS VÁZQUEZ ANGULO**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

EFFECTO DE 4 DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO Y 3 NIVELES DE  
HUMEDAD EN CALABACITA (*Cucurbita pepo* L.) BAJO RIEGO POR GOTEIO

TESIS

Sometida a la consideración del  
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

**Juan Carlos Vázquez Angulo**

Como requisito parcial para obtener

el grado de

Maestro en Ciencias en Horticultura

Septiembre de 2001

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo  
Particular y aprobada y aceptada como requisito  
parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN :  
HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR:



---

DR. JULIO RODRIGUEZ CASAS

CONSEJERO:



---

M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

CONSEJERO:



---

M.S. EVERARDO ZAMORA

## DEDICATORIA

Dedico la presente Tesis a aquellas personas que colaboraron en su elaboración, especialmente:

A mis padres:

Graciela Angulo Blanco

Carlos Vázquez Galavíz

A mi esposa:

Yesica Nohemi Zamorano Noriega

A mis hermanas:

Anabel

Anel

Frania Rocío

Rosario Lorena

A mis asesores:

Dr. Julio Rodríguez Casas

M.S. Alfredo Serrano Esquer

M.S. Everardo Zamora

A mis familiares y amigos:

Varios

## AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por darme su gran amor, por ayudarme a lograr una meta más en mi vida.

Al Dr. Julio Rodríguez Casas:

Por su gran amistad, su apoyo técnico y económico.

Al M.S. Alfredo Serrano Esquer:

Por participar en la ejecución y revisión del trabajo.

Al M.S. Everardo Zamora:

Por la revisión y crítica del trabajo.

Al Sistema de Investigación del Mar de Cortés (SIMAC):

Por el apoyo económico brindado para concluir esta investigación.

Al Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora:

Por su apoyo en el logro de este proyecto de formación.

Al Dr. José Cosme Guerrero Ruíz:

Por haberme demostrado siempre su apoyo.

A mis maestros:

Por transmitirme sus conocimientos y en especial al Dr. Félix Ayala Chairez.

A Qualyplast S. A. de C. V.:

Por su apoyo en la ejecución de este trabajo.

## CONTENIDO—continuación

3.2. Tratamientos .....	13
3.3. Preparación del terreno .....	15
3.4. Muestreo de savia y clorofila .....	18
3.5. Cosecha .....	19
3.6. Eficiencia en el uso de los insumos .....	20
3.7. Análisis de la información .....	21
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>22</b>
4.1. Rendimiento comercial .....	22
4.2. Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN) .....	24
4.3. Eficiencia en el uso del agua (EUA) .....	24
4.4. Eficiencia agronómica del nitrógeno (EAN) .....	25
4.5. Análisis de savia y clorofila .....	26
4.5.1. Savia .....	26
4.5.2. Clorofila .....	26
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>31</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos y tensiómetros en el campo .....	14
Cuadro 2. Plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo de calabacita y Agroquímicos utilizados para combatirlas .....	17
Cuadro 3. Calendarización de las aplicaciones de nitrógeno (UAN-32) .....	18
Cuadro 4. Efecto de tratamientos de nitrógeno sobre algunas variables del cultivo de calabacita en el DAG-UNISON. Ciclo Invierno 99 - Primavera-2000 .....	24
Cuadro 5. Efecto de tratamientos de riego sobre algunas variables del cultivo de calabacita en el DAG-UNISON. Ciclo Invierno 99 - Primavera 2000 .....	25



## RESUMEN

El Estado de Sonora cuenta con un gran potencial productivo y el sector hortícola representa una parte primordial en la producción agrícola. En los Valles de Guaymas, Costa de Hermosillo y Caborca, el abastecimiento del agua mediante bombeo de pozos profundos, propicia el agotamiento de los mantos acuíferos y altos costos de extracción. Así mismo, el manejo de los fertilizantes se ha venido eficientando poco a poco, sin embargo, aún persiste la cultura de aplicaciones excesivas, con daños ambientales y económicos.

El presente estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, durante el ciclo invierno-primavera 1999 - 2000. Se evaluaron los efectos de tres potenciales de agua en el suelo (-15, -30 y -45 kPa) y cuatro dosis de fertilización nitrogenada (80, 160, 240 y 320 kg ha<sup>-1</sup>) en el cultivo de calabacita aplicados através del sistema de riego por goteo con acolchado plástico negro. Se monitoreó la concentración de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en la savia, así como la cantidad de clorofila por un método no destructivo ( SPAD-502 ), en cuatro muestreos del cultivo, a fin de correlacionar estos valores con las aplicaciones de N.

El mejor rendimiento comercial se obtuvo con una tensión de agua en el suelo de 27.14 kPa y una dosis de nitrógeno de 240 kg ha<sup>-1</sup>.

Con el tratamiento de riego de 27.14 kPa, se obtuvo la cantidad mayor de clorofila, y con el tratamiento menor que fue 12.72 kPa se obtuvo la menor cantidad.

En ninguno de los casos hubo efectos atribuibles a la interacción de los factores. Los métodos de monitoreo rápido requieren aun de mas estudio para su aplicación práctica.

## ABSTRACT

In the State of Sonora, vegetable production is a major compound of the total agricultural production. In the Valleys of Guaymas, Costa de Hermosillo and Caborca, the use of water through deep wells pumping, results in a drawdown of the aquifers and high pumping costs. The managing of the fertilizers has become more efficient in recent years, but there is still a culture of excessive applications, with environmental and economical consequences.

The present study was carried out at the Experimental Station of the Department of Agriculture and Husbandry of The University of Sonora, during the winter-spring of 1999-2000. The effects of three soil water potential (-15, -30, and -45 kPa) and four nitrogen-based fertilization levels (80, 160, 240 and 320 kg ha<sup>-1</sup>), were evaluated on the commercial production and the efficiency in the use of the inputs in squash yield (var. Gemma), using mulched plastic black and subsurface drip irrigation system. The concentration of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> were monitored in the sap, in four dates of the cycle, as well as the quantity of chlorophyll using a not destructive method (SPAD-502), in order to correlate these parameters with the N application.

The best commercial yield was achieved at a soil water tension of 27.14 kPa and a

level of  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  of N.

With the treatment of 27.14 kPa we obtained the highest chlorophyll value, but with the wettest treatment (12.72 kPa) the value was the lowest.

There were no effects due to interactions among the studied factors. However, it is necessary to continue studying the rapid tests in order to apply them.

## INTRODUCCION

Por su ubicación geográfica y condiciones climáticas, en el estado de Sonora es posible producir hortalizas en forma rentable durante casi todo el año. Lo anterior se refleja en que el estado contribuye con alrededor del 18% de las exportaciones hortofrutícolas nacionales (Gándara, 1995). Sin embargo, la incorporación de México al bloque comercial con Estados Unidos y Canadá está exigiendo al sector agrícola una mayor competitividad para poder obtener más utilidad por superficie, por esto, se requiere aumentar la eficiencia en el uso de los insumos.

Por su dinámica de producción y diversidad de especies factibles de cultivarse, la horticultura en Sonora ha cobrado mucha importancia, ya que en 1993 el estado exportó más de 2,489,814 ton de productos hortofrutícolas, dentro de las cuales se encuentran las hortalizas (Gándara, 1995).

Actualmente, los costos de producción de hortalizas frescas son muy elevados, dado que el costo de la energía eléctrica (en zonas de bombeo) y los fertilizantes representan alrededor del 34% de los costos primarios de producción, por lo que el agricultor se ha visto obligado a adoptar nuevas técnicas agrícolas para disminuirlos, como es la fertigación con microirrigación (riego por goteo), con la cual se han logrado ahorros de hasta un 45% en agua y fertilizantes con respecto a los sistemas tradicionales (Fuentes, 1990; Pizarro, 1990).

Por otra parte, la intrusión salina y el abatimiento de los mantos acuíferos llevan a la necesidad de aprovechar al máximo el recurso agua, disminuyendo inclusive los volúmenes de extracción, sobre todo en los Valles de Guaymas, Hermosillo y Caborca, donde las profundidades de extracción son cada vez mayores (Castillo et al., 1999), siendo necesario disminuir esos volúmenes extraídos sin provocar efectos sociales y económicos, y la opción más viable es la presurización de los sistemas de riego y la utilización de acolchados plásticos, con lo cual es posible aumentar en gran medida la eficiencia de aplicación de agua.

Los objetivos planteados en el presente estudio fueron:

- \* Evaluar los efectos de tres tensiones de agua en el suelo y cuatro dosis de fertilización nitrogenada para determinar la eficiencia en el uso de ambos, para obtener el máximo rendimiento y calidad en el cultivo de calabacita.
  
- \* Monitorear como es afectada la concentración de nitratos en la planta, mediante el análisis de savia y su relación con la cantidad de clorofila en la hoja, durante las diferentes etapas del cultivo.

# LITERATURA REVISADA

## 2.1. Importancia económica

México es uno de los principales países productores de hortalizas para exportación; en la temporada 1995–1996 se registraron movimientos por más de 2.3 millones de toneladas, de esta producción, el 56% se exportó por Nogales, Sonora (Ramírez, 1998).

La actividad hortícola se ha convertido en la más dinámica del sector agrícola estatal, en virtud de que ha registrado tasas de crecimiento bastante significativas, ya que en 1982 la participación fue de 9,036 hectáreas, siendo el 1.2% del total de superficie sembrada y en 1993 fueron 23,968 hectáreas con un 3.7% del total, respectivamente (Gándara, 1995).

El volumen de producción de hortalizas ha tenido un aumento promedio anual del 17% a partir de 1991 (69,000 toneladas) hasta 1993 (313,000 toneladas), (Búrquez, 1998).

La producción de hortalizas está caracterizada por lo diverso del patrón de cultivos hortícolas. Dicha diversificación es favorecida por la variación del clima a lo largo de la costa sonorensis y alentada por la demanda de los mercados extranjeros (Gándara, 1995).

Existe una marcada especialización productiva en la región sur, en donde las hortalizas predominantes son de climas cálidos. En la región norte, por otra parte se cultivan con gran éxito, tanto hortalizas de clima cálido como de clima frío, lo cual redonda en un mayor número de cultivos hortícolas (Gandara, 1995).

La desventaja más importante de la región norte es que no cuenta con abastecimiento de agua del sistema de presas, esto ha significado un incremento en los costos de la energía eléctrica debido al bombeo de pozos cada vez más profundo por el agotamiento gradual de los acuíferos, lo cual aumenta el costo de producción por hectárea, así como la adquisición de fertilizantes que proporcionan nitrógeno principalmente, los cuales tienen un alto precio; en base a esto tenemos que elevar la eficiencia del agua y fertilizantes (Ortiz, 1998; Ochoa, 1999; Castillo, 1997).

En el ciclo O-I 95/96, se tuvo una superficie de siembra de calabacita de 1,525 hectáreas en el estado, de las cuales en la Costa de Hermosillo se establecieron 207 hectáreas, teniendo un rendimiento promedio de 1,500 cajas por hectárea; por lo cual este cultivo es de gran importancia social debido a la gran cantidad de mano de obra que genera, principalmente en la época de cosecha (Rodríguez, 1997).

## **2.2. Problemática del agua**

En el estado de Sonora, la irrigación agrícola se basa en dos sistemas: a) El sistema de riego por gravedad, suministrada por el conjunto de presas existentes con una capacidad de 11,524 millones de metros cúbicos y b) El sistema de riego por bombeo



con una extracción anual de 2,335.4 millones de metros cúbicos, la cuál es obtenida de 7,713 pozos, de los cuales 5,000 son de gran caudal dedicados a la agricultura y el resto son destinados a la ganadería (Castillo, 1997; Búrquez, 1998).

La productividad y tecnificación de la región norte ha causado una sobreexplotación que está propiciando la inutilización de los acuíferos, ocasionando efectos perjudiciales por el avance del agua del mar tierra adentro; a causa de esto se están presentando daños irreversibles. Por lo tanto es prioritario establecer sistemas de riego con una alta eficiencia de aplicación (95%) como es el caso del riego por góteo, debido a que el noroeste del estado se caracteriza por un clima extremadamente desértico, poniendo mas énfasis en el cuidado del agua del subsuelo, ya que es un recurso vital para la economía de la entidad (Peña, 1998; Castillo, 1997).

### **2.3. Manejo del riego**

Es urgente la necesidad de desarrollar prácticas de producción de hortalizas que incrementen la eficiencia en el uso de agua y del nitrógeno, con el objetivo de reducir los impactos negativos de las aplicaciones excesivas de éstos, reducir los costos de producción y mantener o incrementar los rendimientos y calidad de los cultivos. Algunas de éstas incluyen la utilización del riego por goteo, la fertigación, la aplicación de acolchados plásticos, y el uso de técnicas de monitoreo de agua del suelo y de la concentración de nutrientes en la planta, a través del ciclo del cultivo (Lacarra, 1992).

La utilización del riego por goteo es muy importante en zonas áridas o donde exista una alta competencia por la disponibilidad de agua y nitrógeno, permitiendo ahorrar agua y fertilizante, reducir la incidencia de enfermedades foliares, y proporciona una manera de aplicar en forma precisa los nutrientes en la cantidad y época requeridas por la planta. Sin embargo, esto requiere de una inversión inicial alta y de mano de obra de cierta capacitación.

El estatus del agua en el suelo también puede ser monitoreado para facilitar la calendarización de los riegos. Uno de los instrumentos más comunes para este propósito es el tensiómetro, el cual tiene un rango práctico desde saturación hasta cerca de -80 kPa de potencial de agua en el suelo, un rango donde el agua se encuentra fácilmente disponible para las plantas (Zazueta, 1992).

### 2.3.1. Riego en calabacita.

En un estudio realizado por Stansell y Smittle (1989), al trabajar con tres tratamientos de riego (-25, -50 y -75 kPa de tensión de agua en el suelo), se concluyó que con una tensión de 25 kPa se obtuvieron los mejores rendimientos de frutos comerciales y el costo de producción por kilogramo de fruto comercial fue menor; Threadgill y Smittle (1982), encontraron grandes producciones de frutos comerciales del resultado de una combinación de riego de 0.3 bar y la aplicación de 22.5 kgN ha<sup>-1</sup> a través del sistema de riego; Smittle et al. (1992), evaluando un modelo de predicción para riego notaron que la producción se eleva linealmente con el nivel de riego hasta un punto de 160% del agua

predicha por el modelo. Además evaluando la interacción con N hasta un 150% del rango óptimo de 90-135 kg ha<sup>-1</sup>, notaron que en 1989 la producción se aumentó en forma lineal con la dosis de N, más no fue así para los ciclos de 1986 a 1988, por otra parte la calidad de la producción (medida como vida de anaquel), no se vio afectada por los tratamientos de N ni por los de riego.

#### 2.4. Características del nitrógeno

El nitrógeno es de los macroelementos que se necesitan en mayor abundancia; produce los resultados más espectaculares en las plantas, ya que es el fertilizante que más influye en el crecimiento vegetativo y el rendimiento, es también constituyente principal de las proteínas y de la clorofila (Resh, 1992; Maroto, 1992; Sampeiro, 1999).

La oxidación del N amoniacal por bacterias nitrificantes del suelo dan origen al N nítrico. Esta forma de N es extremadamente soluble en agua, caracterizándose por su alta capacidad de movilidad; pero los nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) una vez absorbidos por la planta, son transformados en amoníaco, debiendo ser rápidamente incorporados a compuestos orgánicos como los aminoácidos o las amidas, porque el amoníaco (NH<sub>3</sub>) es tóxico para las plantas aún en bajas concentraciones (Papadopoulus, 1991; Salisbury y Ross, 1992).

La deficiencia de este nutriente se observa primeramente en las hojas inferiores (viejas) de la planta, esto sucede porque el nitrógeno tiene una alta movilidad, lo cual hace que se trasloque hacia las hojas más nuevas, ocasionando así falta de vigor, crecimiento lento, amarillamiento y brotación débil y de color pálido; sin embargo, una

sobredosis de nitrógeno perjudica la calidad de los frutos favoreciendo un excesivo desarrollo de la planta, retraso en la floración y mayor sensibilidad a enfermedades y plagas (Sampeiro, 1997; Moya, 1994)

En la fertilización, es primordial que los niveles nutricionales del suelo estén en los rangos óptimos para poder tener plantas sanas, esto nos conducirá a una muy redituable producción, además resistirán mejor los ataques de plagas y enfermedades (Domínguez, 1992; Corrales, 1993).

#### 2.4.1 Nitrógeno en calabacita.

Chance et, al. (1999), en un estudio realizado con tratamientos de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ): amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) con rango ( 1:0 , 1:1, 1:3 y 3:1) observaron que el crecimiento de las plantas fue mejor cuando  $\text{NO}_3^-$ -N (1:0) fue la fuente sola de N, que cuando  $\text{NH}_4$ -N fue parte del tratamiento de N; Reiners y Riggs (1997), señalan en su experimento con tratamientos de N (67, 112 y 157 kg ha<sup>-1</sup>), que la media del tamaño de fruta decreció significativamente en espaciamiento cerrado, pero la reducción en masa fue mucho más grande en parcelas no regadas comparadas con las que si se regaron, entre menor fue la dosis de nitrógeno. Los resultados demostraron que los agricultores pueden incrementar el número de frutos por unidad de area con espaciamiento cerrado, pero una humedad del suelo óptima puede ser un prerequisite para el incremento; Clough y Locascio (1990), en su trabajo realizado bajo riego por goteo y con tratamientos de 135 a 270 kg N ha<sup>-1</sup>, obtuvieron altos rendimientos con este rango de fertilización nitrogenada.

INIFAP-CIRNO-CECH (1994); La cantidad óptima de N depende de factores como la etapa del cultivo, el tipo de suelo, las condiciones climáticas, etc. Sin embargo como una gran guía general se recomienda hacer un análisis de suelo, con base en los resultados completar de 60 a 84 kg N ha<sup>-1</sup> al sembrar y hacer una aplicación adicional de 36 a 72 kg N ha<sup>-1</sup>, al inicio de la floración.

### 2.5. Análisis de savia y clorofila

Hochmuth (1994a), encontró que los rangos de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en la savia son variables de acuerdo a la etapa del cultivo, para calabacita van desde 900 a 1000 ppm de nitrógeno como nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), después del primer corte.

Kubota et, al. (1996), en Arizona evaluaron durante dos años (1993-1995) para coliflor, la relación que existe entre la concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y muestras de tejido seco, para tres tasas de aplicación de agua y cuatro de nitrógeno (ambos con rangos de deficientes a excesivos); existiendo una correlación lineal entre los dos métodos similar en ambos ciclos, pero no existió un consistente efecto debido a la tasa de aplicación de agua ó maduración del cultivo.

Gardner y Roth (1990), determinaron que para crucíferas la nervadura central es la parte más adecuada de muestreo, tomando la nervadura de la hoja más joven completamente desarrollada.

Antonia-Murcia et al (1992), notaron que los niveles de  $\text{N-NO}_3^-$  en el suelo se elevan rápidamente después de la aplicación de N, pero decrecen también muy rápido, debido probablemente a los riesgos. Además, concluyen que son preferibles las dosis bajas de fertilizante para disminuir las altas concentraciones en tejidos, sobre todo en cultivos próximos a la cosecha.

Hochmuth (1994b), comenta que las lecturas de los kits portátiles pueden ser en valores de  $\text{NO}_3^-$  y algunos en  $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ , para aquellos cuyas lecturas son en valores de  $\text{NO}_3^-$ , estas deben de ser corregidas, ya que la mayoría de las tablas de recomendación son en valores de  $\text{NO}_3^- \cdot \text{N}$ .

Heckman (1995), señala que un medidor de clorofila portátil (SPAD-502) está actualmente disponible, y es una ayuda para monitorear de un modo no destructivo el estado nutricional del cultivo, lo cual lo hace aplicable en todo el ciclo, con un costo relativamente insignificante y sin pérdida de tiempo. 'Dado el papel del N en las moléculas de clorofila, la medición de la intensidad del color verde se correlaciona directamente con el contenido de N, siendo esto además aplicable en algunas especies para determinar deficiencias de Mn .

Wood et al (1992), en su estudio realizado durante dos años para determinar la factibilidad de usar el medidor de clorofila SPAD-502, y evaluar el estatus de N a varias tasas de aplicaciones de N en maíz, concluyen que este aparato tuvo una muy alta correlación con concentraciones de N en el tejido de la planta, durante los dos años de estudio, teniendo una muy alta capacidad en predecir la producción de grano.

## 2.6. El cultivo de calabacita

La calabacita (*Cucurbita pepo L*), pertenece a la familia de las cucurbitáceas. En cuanto al clima se adapta mejor a una temperatura de 18 a 27 °C con una máxima de 30 °C y de 2 °C como mínima; en el suelo la temperatura debe ser de 15 °C, con una mínima de 12 °C y una máxima de 17 °C (Rodríguez, 1997; Dominguez, 1992)

Entre las variedades del tipo verde-oscuro que predominan en nuestra región por tener un buen vigor y resistencia a enfermedades, tenemos a Raven, Gemma, Falcon y Corsair.

Existen tres métodos de siembra: En plano, en surco, o en camas. El sistema utilizado depende del sistema de riego y de la eficiencia del drenaje del suelo, puesto que las cucurbitáceas no se adaptan a suelos impermeables. La siembra es en forma directa y puede ser mecánica o manual, se depositan una o dos semillas a una separación entre plantas de 30-50 cm. y a una profundidad de 3-5 cm. Se puede sembrar en húmedo o en seco. La cantidad de semilla que se utiliza es de 2.5 a 3.0 kilogramos por hectárea (Corrales, 1993).

El riego es un factor muy importante para la obtención de frutos sanos y con el tamaño requerido. La frecuencia de aplicación del riego y el volumen de agua aplicado dependerán del tipo de suelo.

Este cultivo es fuertemente atacado por plagas, en la región las más comunes son:

mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), trips ( *Frankliniella sp* ), grillo (*Acheta assimilis*) y minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), las cuales son controladas con aplicaciones de agroquímicos. En lo que respecta a enfermedades que la atacan, las más importantes son de tipo viral, como el virus de la hoja enrollada de la calabaza y el virus del mosaico del pepino entre otros. Otra de las enfermedades que atacan a las plantas es la cenicilla polvorienta (*Erysiphe chichoracearum*), la cual ataca hojas y tallos; este cultivo también es atacado por mildiu veloso (*Pseudoperonospora cubensis* ), los síntomas se manifiestan con manchas cloróticas en las hojas, las cuales se van necrosando y llegan a cubrirla, provocándole la muerte (Ceja, 1989; Loaiza, 1980; Corrales, 1993).

En el factor cosecha, se considera que el desarrollo óptimo del fruto para corte es de 2 a 7 días después de la floración, que es cuando alcanza los tamaños apropiados que van desde 10 a 20 cm de largo (Rodríguez, 1997).



# MATERIALES Y METODOS

## 3.1. Ubicación del experimento

El experimento se realizó durante el ciclo Invierno-Primavera 1999-2000, en la Estación Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, ubicado en el kilómetro 21 de la carretera Hermosillo-Bahía Kino, localizado a 29° 00' 51" Latitud Norte y 111° 07' 59" Longitud Oeste, con una altitud de 149 m.s.n.m.; cuenta con un tipo de suelo de textura Franco a Franco Arenosa y profundidad de 0.60 a 1.0 m (Gámez, 1979).

## 3.2. Tratamientos

Los factores a estudiar fueron: el potencial de agua en el suelo (humedad del suelo) y la dosis de nitrógeno a aplicar. Para el potencial de agua, los niveles fueron de -15, -35 y -45 kPa a 30 cm de profundidad, y las dosis de nitrógeno fueron de 80, 160, 240 y 320 kg ha<sup>-1</sup>.

Los tratamientos se eligieron de acuerdo a un arreglo factorial completo, fueron colocados en el terreno de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones, para un total de 36 parcelas, adicionalmente se incluyeron cuatro parcelas para un tratamiento testigo (sin aplicación de nitrógeno, solamente se suministró un tratamiento de riego seleccionado al azar). La ubicación de las parcelas en el campo se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos y tensiómetros en el campo.

01 R2 N2	40 R2 N1
02 R1 N3 TE*	39 R3 N2
03 R3 N4	38 R1 N1
04 R3 N1	37 R3 N3 TE*
05 R2 N3 TE*	36 R2 N4
06 R1 N2	35 R1 N4
07 R2 N1	34 R1 N2
08 R3 N2	33 R3 N4
09 R2 N4	32 R2 N3 T**
10 R1 N3 T**	31 R3 N1
11 R3 N3 T**	30 R2 N2
12 R1 N4	29 R1 N1
13 R3 N2	28 R2 N4
14 R2 N1	27 R1 N3 T**
15 R1 N1	26 R3 N1
16 R3 N3 T**	25 R2 N2
17 R1 N4	24 R1 N2
18 R3 N4	23 R2 N3 T**
19 R2 N0	22 R3 N0
20 R2 N0	21 R1 N0

\*Tensiómetro eléctrico.

\*\*Tensiómetro normal

### 3.3. Preparación del terreno

Se dio un doble paso de rastra para que el terreno quedara lo más mullido posible (desmoronado) y libre de malezas, se formaron las camas de siembra a una separación de 1.80 m, se colocó la cinta de riego (Aquatrax) con un gasto por gotero de 1 lph y con una distancia entre goteros de 30 cm, a una profundidad aproximada de 10 cm en el centro de la cama. Después, se colocó el acolchado plástico color negro (Qualyplast, calibre 1.0), con la finalidad de controlar las malezas y tener menos pérdida de agua, principalmente por evaporación. La parcela experimental consistió de 2 camas de 12 m de longitud. Se colocaron tres mangueras laterales de polietileno (Hardie Durapol 20 mm), que distribuyeron el agua de cada tratamiento de riego, conectando cada parcela a cada manguera correspondiente mediante una extensión de la línea (Dura-pol 16 mm), con una válvula de paso utilizada para aplicar los tratamientos de fertilización. Para el control de los tratamientos de riego se colocó un sistema que consistió de un filtro de mallas, un regulador de presión, una válvula solenoide y un medidor de gasto; la válvula solenoide se conectó a un electrotensiómetro a 30 cm de profundidad (los cuales se instalaron el día 29 de marzo), ubicado en una parcela con el tratamiento de riego correspondiente y conectado esto además al panel de control, el cual mediante relevadores y circuitos eléctricos, accionaba la motobomba y abría la válvula solenoide cuando la tensión registrada por el electrotensiómetro superaba el valor prefijado para el tratamiento, y se apagaba la motobomba cuando el electrotensiómetro marcaba un valor menor al prefijado. Antes de iniciar la operación del sistema de riego, este se purgó para evitar que las impurezas provocaran un taponamiento en el sistema. Prosiguiéndose a

hacer las perforaciones al acolchado plástico, a una distancia entre plantas de 0.33 m y a una distancia entre hileras de 0.40 m.

El híbrido de calabacita que se utilizó para la siembra fue Gemma (Asgrow), la cual es de color verde-oscuro, con un ciclo de duración aproximado de 45 días a cosecha.

La siembra se realizó en húmedo en forma directa el día 3 de marzo, colocando una semilla por orificio a una profundidad de 3-4 cm, utilizando aproximadamente 5760 semillas/ha, se supervisó bien la germinación para resembrar las partes donde hubo fallas y la densidad por hectárea fue de 33,600 plantas.

En cuanto a la fertilización de fósforo y potasio, se aplicaron al total de las parcelas 20 litros de ácido fosfórico (el día 22 de marzo) y 42 kg de sulfato de potasio (el día 17 de abril), inyectando los fertilizantes por medio de un venturi, modelo 584 (Mazzei Injector Company).

Cuadro 2. Plagas y enfermedades que se presentaron en el cultivo de calabacita y agroquímicos utilizados para combatirlas.

Fecha de aplicación	Plaga o enfermedad	Producto	Dosis
08-Marzo	Mosquita de la germinación	Diazinon	4lt/ha
16-Marzo	Grillo	Sevidon	1lt/10kg de salvado
25-Marzo	Mosquita Blanca Pulgón	Plenum	200gr/ha
27-Marzo	Mosquita Minadora	Trigard	100gr/ha
29-Marzo	Rizoctonia	Bavistin	200gr/ha
06-Abril	Mosquita Blanca	Plenum	200gr/ha
10-Abril	Gusano Soldado	Proclaim	200gr/ha
18-Abril	*Cenicilla Polvorienta	Flint	130gr/ha

\* Aplicación Preventiva.

En el caso de malezas se tuvo la presencia de baja a moderada de correhuela (*Convolvulus arvensis L.*), la cual creció en manchones localizados entre surcos y por los orificios del acolchado, también se tuvo la presencia moderada de quelite (*Amaranthus palmeri*), para controlarlas se efectuaron deshierbes manuales cada semana, para que no hubiera competencia con el cultivo.

Cuadro 3. Calendarización de las aplicaciones de nitrógeno (UAN-32).

Etapa de desarrollo	% de dosis	Dosis totales (N) kg/ha				lts. de UAN-32 x trat.				Total x etapa
		80	160	240	320	80	160	240	320	
In. de desarrollo veg. ( 3 hojas verdaderas )	33.5	26.8	53.6	80.4	107.20	2.438	4.876	7.314	9.752	= 24.38
Inicio de floración	21.5	17.2	34.4	51.6	68.8	1.564	3.128	4.692	6.256	= 15.64
Inicio de amarre de Frutos	20.0	16.0	32.0	48.0	64.0	1.455	2.910	4.365	5.820	= 14.55
Inicio de cosecha ( primer corte )	15.0	12.0	24.0	36.0	48.0	1.091	2.182	3.273	4.364	= 10.91
Ultimos cortes	10.0	8.0	16.0	24.0	32.0	.728	1.456	2.184	2.912	= 7.28
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>80.0</b>	<b>160.0</b>	<b>240.0</b>	<b>320.0</b>	<b>7.276</b>	<b>14.552</b>	<b>21.828</b>	<b>29.104</b>	<b>= 72.76</b>

Nota: El UAN-32 contiene 8% de urea, 8% de amonio y 16% de nitrato.  
 Un litro de UAN-32 contiene 320 gramos de nitrógeno.  
 Densidad Aparente: 1.34 Kg/ lt.

### 3.4. Muestreo de savia y clorofila

Se analizaron nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) en la savia los días 4, 14, 19 abril y 4 de mayo, los cuatro muestreos se realizaron después de haber iniciado los tratamientos de riegos y fertilización nitrogenada, esto mediante un medidor portátil Cardy Nitrate (Spectrum Technologies Inc.), el cual es un método rápido y la medición está altamente relacionada con el contenido de  $\text{NO}_3^-$  arrojado por los métodos de análisis tradicional. Así mismo, se usó el medidor de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co., Ltd; Japan), en los muestreos se tomaron lecturas de la intensidad de color verde en las hojas, ubicando el

medidor entre las nervaduras laterales de la hoja, teniendo cuidado que no incidiera el sol directamente sobre el aparato para que no afectara la medición.

El colorímetro SPAD-502 es una ayuda para monitorear de un modo no destructivo el estado nutricional del cultivo, lo cual lo hace aplicable durante todo el ciclo, con un costo relativamente insignificante y sin pérdida de tiempo. Dado el papel del N en las moléculas de clorofila, la medición de la intensidad del color verde se correlaciona directamente con el contenido de N en la planta, siendo esto además aplicable en algunas especies para determinar deficiencias de Mn.

Para las determinaciones de clorofila en campo se tomó la hoja más joven completamente desarrollada, tomando el promedio de 10 hojas por parcela, esto se realizó por las mañanas antes de las 9:00 a.m., las hojas se introdujeron en bolsas de papel para llevarlas al laboratorio y proceder al análisis de la savia; se cortó la nervadura central de la hoja en trozos, los cuales se colocaron en un exprimidor de ajos, para prensarse y extraer la savia, la cual se recolectó directamente en el medidor (Cardy Nitrate) previamente calibrado, registrando su lectura.

### **3.5. Cosecha**

Se realizaron 10 cortes al experimento, con un intervalo de un día entre ellos, iniciándose el 19 de abril y finalizando el 8 de mayo, no se realizaron más cortes debido a la alta incidencia de virosis, lo que hizo incosteable la cosecha.

Los frutos recolectados se llevaron al laboratorio para clasificarlos según el calibre (1x, 2x, 3x y 4x) y pesarlos. Las variables que se evaluaron fueron: peso de frutos comerciales, número de frutos comerciales, peso de frutos de rezaga, número de frutos de rezaga y número de frutos totales por parcela.

En la rezaga, se consideraron a los frutos afectados por virosis, fuera de tamaño, raspados y/o deformes.

### 3.6. Eficiencia en el uso de los insumos

Para determinar la eficiencia en el uso de los recursos se obtuvieron los siguientes parámetros: EUN (Eficiencia en el uso del nitrógeno), EUA (Eficiencia en el uso del agua) y EAN (Eficiencia agronómica del nitrógeno).

Para determinar la EUN se utilizó la ecuación:

$$EUN = \text{Rend } i / \text{Dosis } N_i \quad (1)$$

donde:

Rend  $i$  = Rendimiento de la parcela  $i$  en  $\text{kg ha}^{-1}$

Dosis  $N_i$  = Kilos de nitrógeno aplicados a la parcela  $i$  en  $\text{kg ha}^{-1}$

La determinación de la EUA se hizo con la ecuación:



$$EUA = \text{Rend } i / W_i \quad (2)$$

donde:

$\text{Rend } i$  = Rendimiento de la parcela  $i$  en  $\text{kg ha}^{-1}$

$W_i$  = Cantidad de agua usada en la parcela  $i$  en litros  $\text{ha}^{-1}$

El cálculo de la EAN se hizo con la ecuación:

$$EAN = ( \text{Rend } i - \text{Rend } c ) / \text{Dosis } N_i \quad (3)$$

donde:

$\text{Rend } i$  = Rendimiento de la parcela  $i$  en  $\text{kg ha}^{-1}$

$\text{Rend } c$  = Rendimiento de la parcela control (sin nitrógeno) con igual nivel de riego  $\text{kg ha}^{-1}$

$\text{Dosis } N_i$  = Kilos de nitrógeno aplicados a la parcela  $i$  en  $\text{kg ha}^{-1}$

### 3.7. Análisis de la información

Para el análisis estadístico de la información se usó el paquete SAS versión 6.0 (SAS Institute, Cary N.C. ) y el análisis gráfico de los resultados se hizo utilizando el software PowerPoint versión 97 ( Microsoft Corp. ).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Rendimiento comercial

Los tratamientos de riego no afectaron estadísticamente el rendimiento comercial, sin embargo, el mayor rendimiento se obtuvo con los tratamientos óptimo y seco (27.14 y 39.78 kPa), y el tratamiento húmedo (12.72 kPa) resultó con el rendimiento menor (Fig. 1). Lo anterior pudo deberse a que este tratamiento provocó condiciones en el suelo que afectaron, aunque no significativamente el comportamiento de la planta, tales como una menor aireación, mayor problema con enfermedades, etc. Concordando con la investigación realizada por Smittle et, al. (1992) de que grandes cantidades de agua provocan que la producción disminuya. Los resultados de esta investigación variaron muy poco de lo reportado por Stansell y Smittle (1989), debido a que ellos obtuvieron los mas altos rendimientos de frutos comerciales con una tensión de agua en el suelo de 25 kPa.

El rendimiento comercial tampoco se vió afectado significativamente por los tratamientos de fertilización nitrogenada (Fig.2), sin embargo, se observa que el rendimiento se incrementó a medida que lo hizo la dosis de N aplicado, esta tendencia se mantuvo hasta los 240 kg ha<sup>-1</sup>, y a dosis más altas, el rendimiento decreció. Lo anterior es normal ya que dosis muy altas de N pueden provocar un efecto de toxicidad.

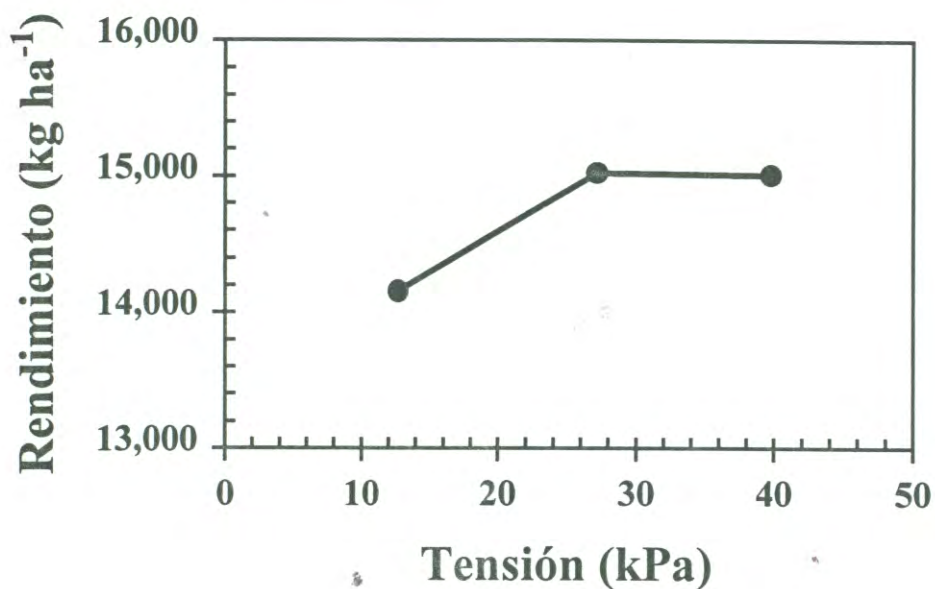


Figura 1. Rendimiento comercial de calabacita italiana (Gemma) a diferentes tensiones de agua en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv. 99- Prim. 2000.

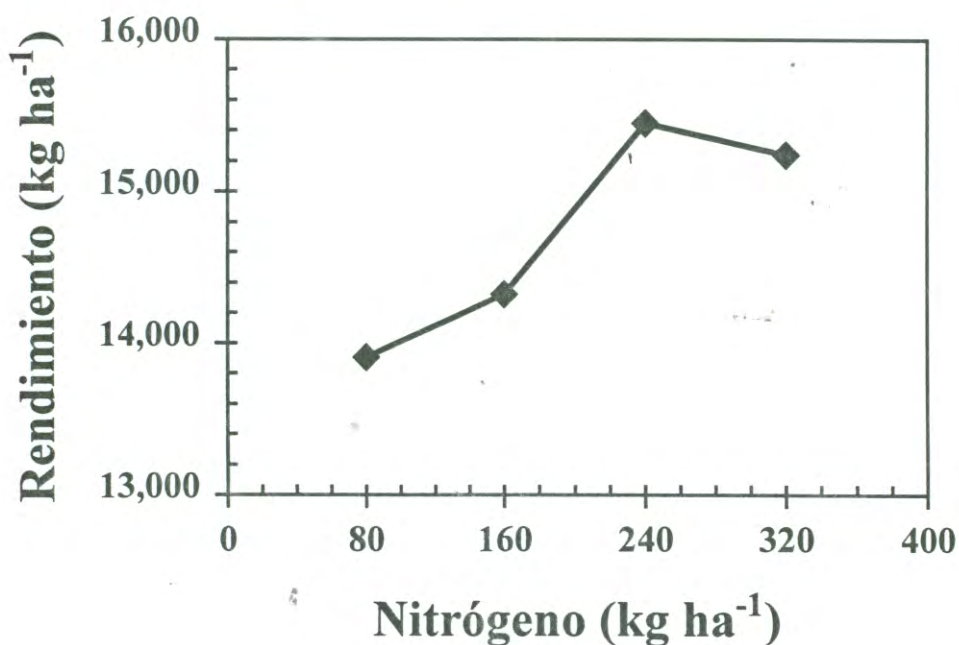


Figura 2. Rendimiento comercial de calabacita italiana (Gemma) a diferentes niveles de nitrógeno en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv. 99- Prim. 2000.

#### 4.2. Eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN)

Los tratamientos de N (Cuadro 4) si afectaron significativamente la EUN, ya que al aumentar la dosis de N aplicado, la EUN disminuye, lo cual es normal debido a que a mayor cantidad de N en el suelo, éste es más propenso a perderse debido a los procesos a que se ve sometido (volatilización, lixiviación, inmovilización, etc.)

Los tratamientos de riego (Cuadro 5) no afectaron significativamente la EUN, y se observó, al no haber interacción con la dosis de N, que la EUN fue independiente de los tratamientos de riego.

Cuadro 4. Efecto de tratamientos de nitrógeno sobre algunas variables del cultivo de calabacita en el DAG-UNISON. Ciclo Invierno 99 - Primavera 2000.

Trat. Nitrog. (kg ha <sup>-1</sup> )	FxP	Agua aplic. L	EUA	EUN	EAN
80	2.52 ns	505556 ns	0.0332 ns	173.80 a	55.12 a
160	2.71 ns	505556 ns	0.0344 ns	89.51 b	30.17 b
240	2.89 ns	505556 ns	0.0366 ns	64.37 c	24.81 b
320	2.79 ns	505556 ns	0.0364 ns	47.63 c	17.98 b
Tukey 0.05	0.44	0.12	0.0055	22.25	22.25

FxP = Frutos por planta.

EUA = Eficiencia del uso del agua.

EUN = Eficiencia del uso del nitrógeno.

EAN = Eficiencia agronómica del nitrógeno.

#### 4.3. Eficiencia en el uso del agua (EUA)

Los tratamientos de N no afectaron significativamente la EUA (Cuadro 4).

Los tratamientos de riego (Cuadro 5) afectaron significativamente la EUA, observándose que a mayor valor de tensión de agua en el suelo (kPa), la EUA aumenta,

esto es normal ya que a mayor cantidad de agua en el suelo, hay muchas formas en que ésta puede perderse (evaporación, percolación, profunda, etc).

Cuadro 5. Efecto de tratamientos de riego sobre algunas variables del cultivo de calabacita en el DAG-UNISON. Ciclo Invierno 99 - Primavera 2000.

Trat. Riego	FxP	Agua Aplic.	EUA	EUN	EAN
kPa		L			
12.72	2.67 ns	806667 a	0.0175 a	89.52 ns	32.74 ns
27.14	2.68 ns	424028 b	0.0354 b	96.75 ns	33.02 ns
39.78	2.84 ns	285972 c	0.0525 c	95.22 ns	30.30 ns
Tukey 0.05	0.34	0.09	0.0043	17.43	17.43

FxP = Frutos por planta.

EUA = Eficiencia del uso del agua.

EUN = Eficiencia del uso del nitrógeno.

EAN = Eficiencia agronómica del nitrógeno.

#### 4.4. Eficiencia agronómica del nitrógeno (EAN)

Los tratamientos de N (Cuadro 4) si afectaron significativamente la EAN, al aumentar la dosis de N aplicado, la EAN disminuye, lo cual es normal ya que a mayor cantidad de N en el suelo, este se ve más propenso a perderse debido a los procesos a que se es sometido (volatilización, lixiviación, inmovilización, etc.).

Los tratamientos de riego (Cuadro 5) no afectaron significativamente la EAN, y no se observó interacción con la dosis de N, por lo que la EAN es independiente de los tratamientos de riego.

## 4.5. Análisis de savia y clorofila

### 4.5.1. Savia.

El nivel de nitratos en la savia fue afectado por los tratamientos de riego, con el tratamiento más húmedo (12.72 kPa), la concentración de nitratos se incrementó durante todo el ciclo del cultivo. Con el tratamiento intermedio (27.14 kPa), al inicio se mantuvo sin cambio, pero después del tercer muestreo (48 dds) se incrementó considerablemente. Finalmente, con el tratamiento seco (39.78 kPa) se tuvo un decremento en la concentración de nitratos al inicio del ciclo, pero a partir del segundo muestreo (43 dds) los niveles se elevaron hasta el último muestreo (63 dds). Se observa que durante la etapa final, la concentración de nitratos fue muy similar para todos los tratamientos de riego (Fig. 3).

Con respecto a los tratamientos de fertilización nitrogenada, se observaron diferencias al inicio y al final del ciclo del cultivo, pero en la etapa del segundo muestreo (43 dds), la concentración de nitratos fue muy similar para todos los tratamientos. En general, la concentración de nitratos fue mayor conforme mayor era la dosis de N aplicado (Fig. 4).

### 4.5.2. Clorofila.

Se observa que el nivel de clorofila determinado mediante el SPAD-502 al inicio del ciclo (33 dds) fue bajo, después se incrementó (48 dds), y al final nuevamente decreció o se mantuvo casi constante (63 dds). El tratamiento de riego intermedio (27.14 kPa)

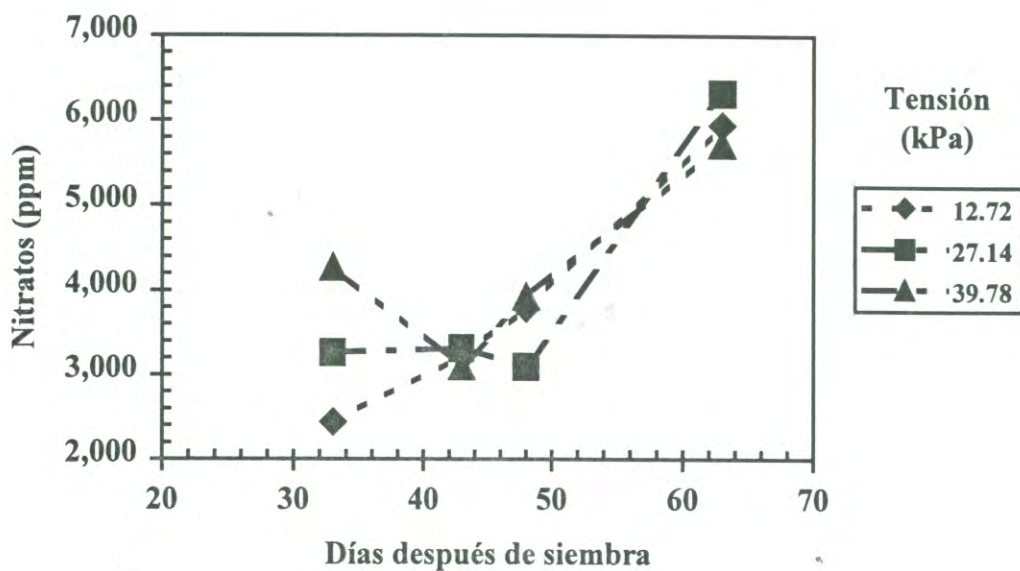


Figura 3. Contenido de nitratos en savia de calabacita italiana (Gemma) a diferentes tensiones de agua en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv.99 - Prim.2000.

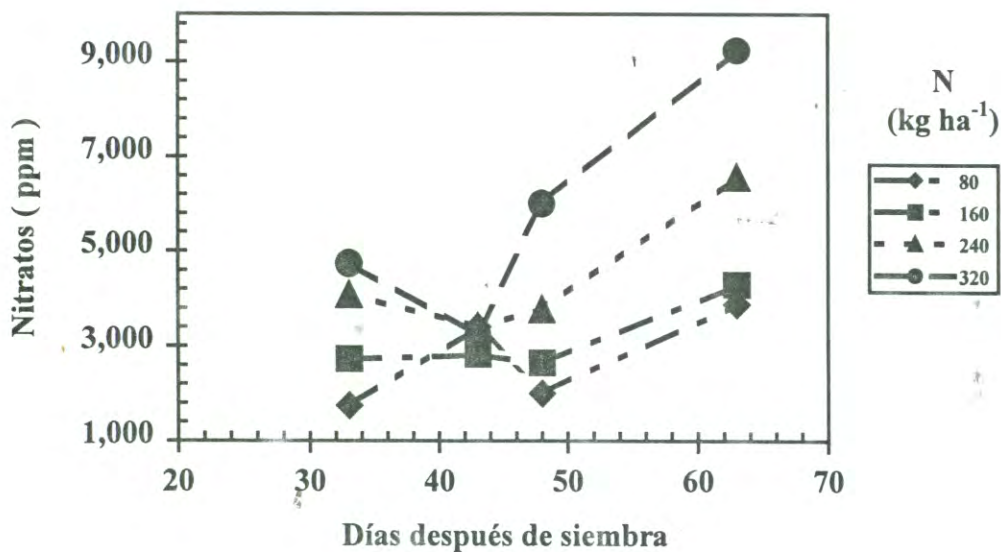


Figura 4. Contenido de nitratos en savia de calabacita italiana (Gemma) a diferentes niveles de N en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv.99 - Prim.2000.

provocó el mayor nivel de clorofila y el tratamiento más húmedo (12.72 kPa) resultó con el menor nivel de clorofila. Aparentemente, al inicio del ciclo (33 dds) los niveles de clorofila no se vieron afectados por los tratamientos de riego, lo mismo que al final del ciclo (63 dds), pero en las etapas intermedias se observaron mejor las diferencias (Fig. 5).

Con respecto a los tratamientos de N, al inicio del ciclo (33 dds) las diferencias en los niveles de clorofila no fueron muy significativos, pero conforme el cultivo se desarrollaba, los tratamientos con niveles altos de N (240 y 320 kg ha<sup>-1</sup>) presentaron una tendencia a incrementar los niveles de clorofila de manera permanente, mientras que con los niveles bajos de N (80 y 160 kg ha<sup>-1</sup>) al principio también se incrementaron los niveles de clorofila, pero en la etapa final sufrieron un decremento (Fig. 6).

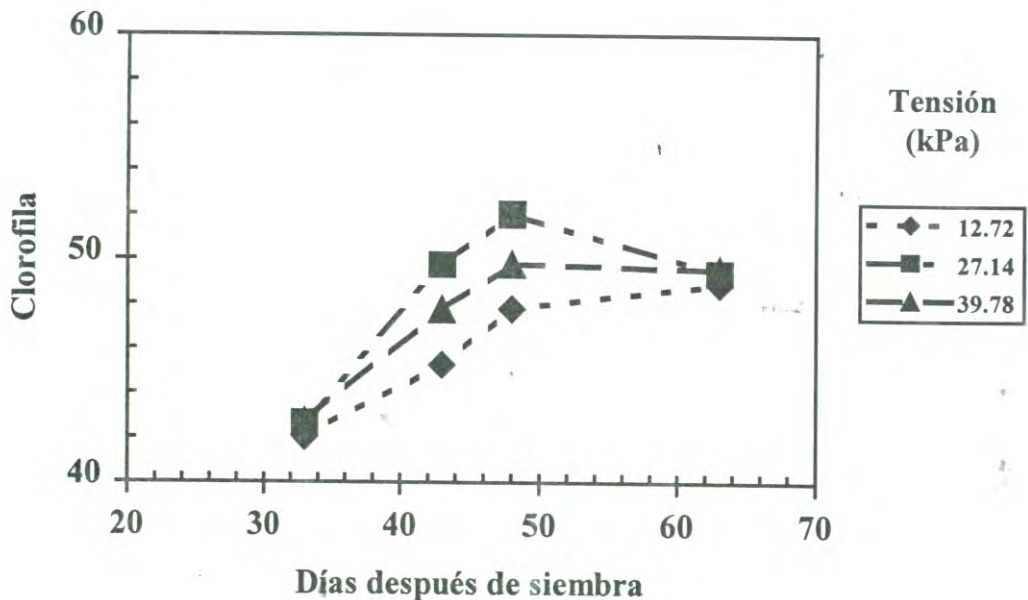


Figura 5. Niveles de clorofila (SPAD-502) en calabacita italiana (Gemma) a diferentes tensiones de agua en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv.99 - Prim.2000.



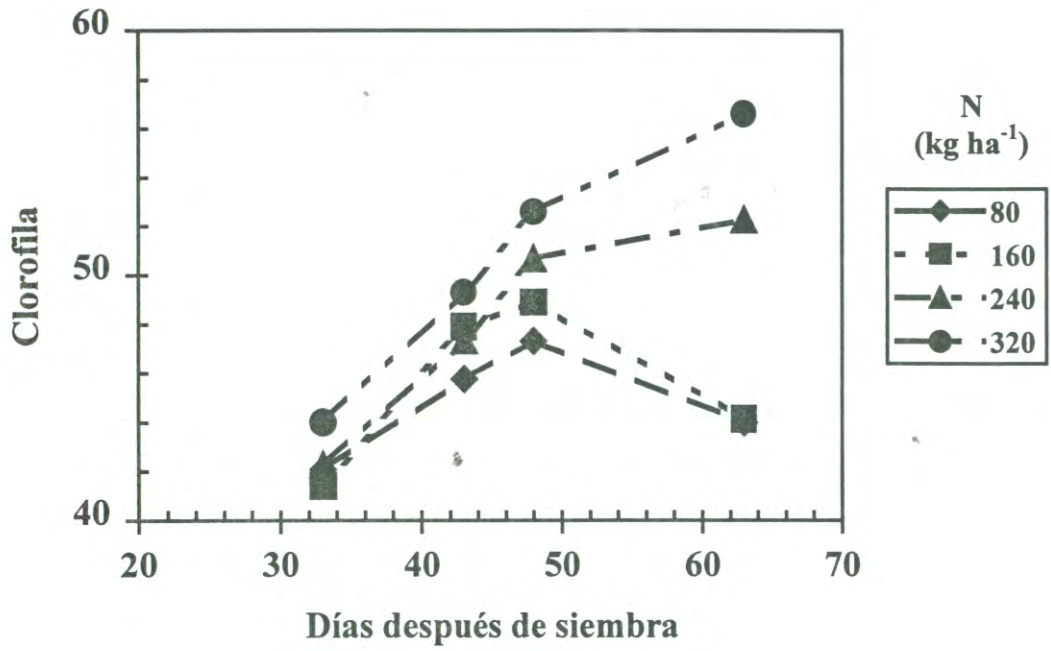


Figura 6. Niveles de clorofila (SPAD-502) en calabacita italiana (Gemma) a diferentes niveles de N en el suelo. DAG-UNISON. Ciclo Inv.99 - Prim.2000.

## CONCLUSIONES

Del presente estudio de investigación podemos concluir:

El mejor rendimiento comercial de calabacita italiana var. Gemma, ocurrió al estar el suelo a una tensión de agua de 27.14 kPa y aplicando un nivel de nitrógeno de 240 kg ha<sup>-1</sup>.

Con el tratamiento de riego de 27.14 kPa, se obtuvo la cantidad mayor de clorofila, pero con el tratamiento menor (12.72 kPa) se obtuvo la menor cantidad de clorofila.

La mayor cantidad de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) se obtuvo con el nivel de nitrógeno de 320 kg ha<sup>-1</sup>, lo cual era de esperarse.

No se encontró correlación entre las mediciones de clorofila y contenido de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en la savia, requiriéndose mas estudios en el cultivo de calabacita italiana, para la aplicación práctica a nivel campo de estos instrumentos de medición (SPAD-502 y Cardy Nitrate).

## BIBLIOGRAFIA

- Antonia-Murcia, M., A. Vera and F. García-Carmona. 1992. Nitrate level in vegetables by ion chromatography. *Biochem. Soc. Trans.* 20: 4-10.
- Búrquez, D. V. M. 1998. Efecto de 3 volúmenes de agua y 3 dosis de nitrógeno en el cultivo de coliflor (*Brassica oleraceae* var. *Botrytis* L.) bajo riego por goteo. Tesis de M.C. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Castillo, G. J. 1997. Acuíferos de Sonora. Primer seminario de acuíferos costeros de Sonora. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México
- Castillo, G. J., A. M., Ríos y A. Gutierrez. 1999. La sobreexplotación de los acuíferos en Sonora. Tercer seminario de acuíferos costeros de Sonora. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Ceja, E. G. 1989. Evaluación de 14 cultivares de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) durante la temporada verano-otoño, bajo las condiciones de la Costa de Hermosillo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México
- Chance, W. O., Z. C. Somda, and H. A. Mills. 1999. Effect of nitrogen form during the flowering period on zucchini squash growth and nutrient element uptake. *J. Plant. Nutr.* 22: 597- 607.
- Clough, G. H., and S. J. Locascio. 1990. Yield of successively cropped polyethylene-mulched vegetables as affected by irrigation method and fertilization management. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 884- 887.

- Corrales, M. R. 1993. Costos de producción en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en la región de la Costa de Hermosillo, para el ciclo otoño-invierno 1993-1994. Disertación. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México
- Domínguez, R. I. 1992. Evaluación de 16 cultivares y 6 líneas de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en la región de la Costa de Hermosillo durante la época de verano-otoño, 1991. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Fuentes, Y. 1994. Curso elemental de riego. Manuales de capacitación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Servicio de Extensión Agrícola. España.
- Gámez, R. F. 1979. Estudio agrológico semidetallado del Campo Experimental de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Gándara, T. F. 1995. Producción y exportación de hortalizas en Sonora. Disertación. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
- Gardner, B. R. and R. L. Roth. 1990. Midrib nitrate concentration as a means for determining nitrogen needs of cauliflower. *J. Plant Nutr.* 13: 1435-1456.
- Heckman, J. R. 1995. Using a chlorophyll meter for crop diagnostics. The soil profile. *New Jersey Agric. Exp. Stn.* Vol. 5, No. 3.
- Hochmuth, G. J. 1994a. Efficiency ranges for nitrate-nitrogen and potassium for vegetable petiole sap quick test. *Plant Nutr. Hort. Technology.* 4:218-222.
- Hochmuth, G. J. 1994b. Plant petiole sap-testing. Guide for vegetable crops. University of Florida. Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Science. Circular 144.

- INIFAP-CIRNO-CECH. 1994. Guía para la asistencia técnica agrícola: área de influencia del Campo Experimental Costa de Hermosillo. INIFAP-CIRNO-CECH., Hermosillo, Sonora, México.
- Kubota A., T. L. Thompson, T. A. Doerge and R. E. Godin. 1996. A petiole sap nitrate test for cauliflower. *Hortscience* 31: 934-937.
- Lacarra, R. H. 1992. Aplicación de fertilizantes a través de los sistemas de riego presurizados. Disertación. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Loaiza, V. J. 1980. Evaluación de dos piretroides para el control de las plagas en el cultivo de la calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.) Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Maroto, B. J. 1992. Horticultura herbácea especial. 3<sup>a</sup>. Ed. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Moya, T. J. 1994. Riego localizado y fertirrigación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Ochoa, M. A. 1999. Eficiencia en el uso del agua y nitrógeno por los cultivos de melón (*Cucumis melo* L.) y calabacita (*Cucurbita pepo* L.) bajo riego por goteo. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora.
- Ortíz, E. J. 1998. Día del agricultor 1998. Manejo de la ferti-irrigación. Publicación especial No. 5. Talleres gráficos del CIRNO. Cd. Obregón, Sonora.
- Papadopoulos, P.A. 1991. Growing greenhouse tomatoes in soil and soilless media. Research Program Service. Harrow, Ontario, Canada.
- Peña, P. E. 1998. Manual práctico de fertirriego. Instituto Mexicano de Tecnología del agua. Jiutepec, Morelos, México.
- Pizarro, F. 1990. Riegos localizados de alta frecuencia; goteo, microaspersión, exudación. 2<sup>a</sup>. ed. Ed. Mundi-Prensa. España.

- Ramírez, R. F. 1998. Reacción al virus de la hoja enrollada de la calabaza y características morfológicas de líneas autofecundadas e híbridos F1 de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Tesis de M. C. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Reiners, S., and D. I. M. Riggs, 1997. Plant spacing and variety affect pumpkin yield and fruit size, but supplemental nitrogen does not. 32: 1037-1039.
- Resh, M. H. 1992. Cultivos Hidropónicos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Rodríguez, L. C. 1997. Respuesta de tres cvs. de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) al acolchado y microtúnel en la Costa de Hermosillo. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México.
- Stansell, J. R. And D. A. Smittle. 1989. Efects of irrigation regimes on yield and water use of summer squash. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 196-199.
- Smittle, D.A., W. L. Dickens and M. J. Hayes. 1992. An irrigation scheduling model for summer squash. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 717-720.
- Salisbury, F. B. and W. C. Ross. 1992. Plant Physiology. 4ta. Ed. Wadsworth Publishing Company. Belmont, California.
- Sampeiro, R. G. 1997. Hidroponia Básica. Ed. Diana. México, D.F.
- Sampeiro, R.G. 1999. Hidroponia Comercial. Ed. Diana. México, D.F.
- Threadgill, E. D. And D. A. Smittle. 1982. Response of squash to irrigation, Nitrogen Fertilization, and Tillage Systems. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 437-440.
- Wood, C. W., D. W. Reeves., R. R. Duffield. and K. L. Edmisten. 1992. Field Chlorophyll measurements for evaluation of corn nitrogen status. J. Plant Nutr. 15: 487-500.
- Zazueta, R. F. 1992. Microirrigación. Ed. ICFA International, Inc. México, D. F.