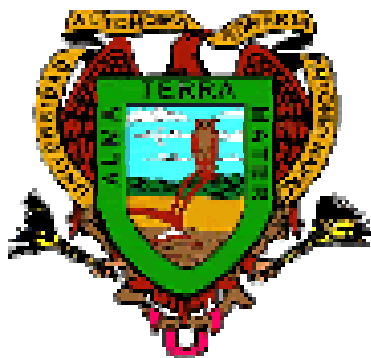


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**“Oligosacaridos en Siembra y Crecimiento en el
Cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*)”**

POR

JORGE ALBERTO RAMÍREZ GAMBOA

**Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:**

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre del 2004.**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme el don de la vida y estar siempre a mi lado.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, mi Alma Mater, por abrirme sus puertas generosamente y proporcionarme el conocimiento y las herramientas necesarias para abrirme camino en la vida.

Al COECYT Coahuila por haberme apoyado a la realización de este proyecto de investigación.

Al Dr. Alfonso Reyes López por guiarme y apoyarme en este proyecto de investigación.

Al M.C. Leobardo Bañuelos Herrera por su amistad incondicional y apoyo brindado durante mi estancia en esta Universidad.

Al M.C. Humberto Isaías Macías Hernández, amigo incomparable, que respeto y admiro por su calidad humana, asesor de este proyecto.

Al M.C. Francisco Javier Valdés Oyervides, por ser un amigo distinguido, que me ha brindado su apoyo incondicional.

Al M.C. Inocente Mata Beltrán, por ser un gran maestro y amigo, dándome siempre buenos consejos que me han servido y me servirán muchísimo en lo que me reste de vida.

Al Dr. Reynaldo Alonso Velasco por su participación en este trabajo.

Al Sr. Javier Aguirre, por darme la oportunidad de realizar esta investigación en un lote de su propiedad.

A los Ingenieros Francisco Alemán y Mario Flores por apoyarme en la realización de este trabajo.

A la M.C. Mildred Flores Verastegui, por su gran ayuda en la culminación de este proyecto.

A todos mis maestros que contribuyeron a mi formación como profesionista.

DEDICATORIA

A mis queridos padres:

Ing. Jesús Ramírez Herrera
Sra. Elvia Gamboa Ramírez.

Por haberme dado la vida, por todo lo que me han inculcado a lo largo de mi vida, por satisfacer todas mis necesidades, por su apoyo en todos los aspectos, pero sobre todo por su amor y cariño. Los amo y espero ser digno de ustedes.

A mis hermanos: Jesús y Hugo.

Por todos los años que hemos compartido juntos, los quiero mucho, espero que Dios nos conceda muchos años más, gracias por ser mi familia.

A mis abuelos: Sr. Aurelio Ramírez Torres Sr. Valentín Gamboa Meza
(+) Sra. Estefana Herrera de Ramírez (+) Sra. Francisca Ramírez de Gamboa

A mis tíos.

A mis primos.

Por ser parte de mi familia.

A la familia Mata Betancourt por su amistad y hospitalidad, en especial a mi amigo Ramiro Mata Betancourt, que desde el día en que nos conocimos ha sido un excelente amigo, que me ha apoyado en todos los aspectos, al cual aprecio muchísimo, y no espero, sé que va a triunfar en la vida.

Al Ing. Carlos Rojas Peña y familia, por su amistad incondicional, los estimo mucho.

A mi amigo Rodolfo Landa Contreras, una persona de gran calidad humana y moral, gracias por tu amistad.

A mis compañeros de la generación XCVIII de la Especialidad de Horticultura: Silvino, Jesset, Hermes, Manuel, Adrián, y a todos los demás compañeros que compartieron las aulas con migo, gracias por su amistad y apoyo.

INDICE

	Pag.
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Historia	5
Descripción Botánica	5
Requerimientos Edafoclimáticos	6
Reguladores de Crecimiento en el cultivo de la Papa	8
Carbohidratos	10
Azúcares como Moléculas Señalizadoras	12
Efecto del Sentido y Señalización de Azúcar	12
Mecanismos Moleculares y Bioquímicos de Expresión de Genes Regulados por Oligosacáridos	13
Hexoquinasa (HXK) con una Doble Función Enzima y Sensor	14
Proteínas Quinasa y Fosfatasa en Señalización de Oligosacáridos	14
Genética de Sentido y Señalización de Azúcar	15
Una Segunda Estrategia Fructífera para el Aislamiento de Mutantes que Responden a Oligosacáridos	15
Glucosa Como una Hormona y su Conexión con Otras Hormonas de Plantas	15
Azúcar Conectada a Señales de Nitrógeno	16
Oligosacáridos en Crecimiento y Desarrollo de Plantas	16
Regulación de Auxinas	18
Producción de H ₂ O ₂ y Peroxidación de Lípidos	20
Flujos de Iones	20
Experimentos recientes sobre la aplicación de oligosacáridos	20
Puntos Clave de los Oligosacáridos	21
Materiales y Métodos	22
Localización	22
Descripción de los Tratamientos	22
Metodología	23
Variables Evaluadas	24
Resultados y Discusión	26
Emergencia	26
Altura	27
Rendimiento Total	28
Rendimiento por Calidad de Tubérculo	28
Tallos por Metro	30
Tubérculos por Tallo	30
Sólidos Solubles	31
Firmeza	31
Color	32
CONCLUSIONES	34
LITERATURA CITADA	35
APÉNDICE	38

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Principales Variedades de Papa Utilizadas en México (CFIA,2004)	7
Cuadro 2. Ejemplos de clases de carbohidratos.	11
Cuadro 3. Medias de Coordenadas de Cromaticidad por Tratamiento.	32

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Oligosacáridos en emergencia de papa vr. Fiana	26
Figura 2. Oligosacáridos en altura de papa vr. Fiana	27
Figura 3. Oligosacáridos en el Rendimiento Total de papa vr. Fiana	28
Figura 4. Oligosacáridos en el Rendimiento por calidad de papa vr. Fiana	29
Figura 5. Oligosacáridos en tallos por metro de papa vr. Fiana	30
Figura 6. Oligosacáridos en No. Tubérculos por tallo de papa vr. Fiana	30
Figura 7. Oligosacáridos Sólidos solubles de papa vr. Fiana	31
Figura 8. Oligosacáridos en firmeza de papa vr. Fiana	31

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum*) pertenece a la familia *Solanaceae* y actualmente es fundamental en la dieta del hombre tanto en fresco como industrializada. A nivel mundial sobresalen los países de China, Rusia, India, EUA., etc. Actualmente en México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas de las que se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, mismas que permiten satisfacer las demandas del consumo interno. Los estados con mayor superficie sembrada son: Sinaloa, Estado de México, Nuevo León., Chihuahua, Puebla, Coahuila, etc. En la región de Coahuila y Nuevo León el rendimiento promedio es de 40 ton/ha, con papas de excelente calidad a nivel nacional. Es difícil incrementar el rendimiento del cultivo de la papa bajo un alto manejo tecnificado. No obstante se plantea la alternativa de aplicar nuevos productos orgánicos como los Oligosacáridos para incrementar dicho rendimiento. En el experimento realizado en el municipio de Arteaga, Coahuila, en el cañón de Huachichil, en el rancho “Casa Blanca” se obtuvieron resultados favorables, en una siembra comercial de papa, variedad fiana. La aplicación de Oligosacáridos en una dosis de 40 g/ha (0.2 g/lt) incrementó el rendimiento en un 48.34 % sobre el testigo (41.152 a 27.742 ton/ha respectivamente) no obstante un manejo altamente tecnificado del cultivo. Al mismo tiempo se aumenta el rendimiento por calidad de tubérculo, se aumentó el rendimiento de primeras sobre el testigo en un 101.34 %; en segundas en un 27.8 %; en terceras en un 39.3 %; en cuartas 65.56 %. Una característica complementaria observada fue el color, con el cual se pudo apreciar que las papas tratadas con los Oligosacáridos, presentaron cierta resistencia al virus que se suscitó, produciendo además una papa con mejor calidad de freido. Los Oligosacáridos son una opción, natural y económica para incrementar rendimientos, no obstante se debe seguir generando investigación sobre estos.

INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*) pertenece a la familia *Solanaceae* y actualmente es fundamental en la dieta del hombre tanto en fresco como industrializada, además se emplea como planta forrajera e industrial suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol. A nivel mundial sobresalen los países de China (4,401,727 ha) , Rusia (3,229,000 ha) , India (1,410,000 ha), Estados Unidos (516,590 ha) , Ucrania (1,600,000 ha) , Polonia (811,979 ha) entre otros, produciendo el 60 % de la producción mundial. Actualmente en México se siembran alrededor de 67 mil hectáreas de las que se obtiene una producción aproximada de 1 millón 350 mil toneladas, mismas que permiten satisfacer las demandas del consumo interno. Los principales estados productores en cuanto a % de superficie son: Sinaloa (16.8 %), Estado de México (16.4%), Nuevo León (8.9 %), Chihuahua (8.6%), Sonora (8.2%), Guanajuato (7.9 %), Michoacán (7.3%), Puebla (6.7%), Coahuila (5.3%), Jalisco (4.2%) y Veracruz (4.0%) (FAO, 2001).

A pesar de tener el Cultivo de la Papa en condiciones adecuadas y con un buen manejo tecnificado, resulta difícil incrementar su rendimiento aplicando algún otro insumo agrícola. La calidad juega un papel importante en el negocio de las papas por eso es determinante mejorarla para tener mejores precios de venta a las industrias de papas fritas u otros, ya que muchos agricultores obtienen menos ganancias debido a la pérdida de la misma. En la región papera de Coahuila se cuenta con alta tecnología de siembra, de riego, fertirrigación, control de plagas y enfermedades, entre otros. En dicha región se siembran alrededor de 2 000 has distribuidas en los diferentes cañones del estado (San Antonio de las Alazanas, los Lirios, Huachichil, etc.), con rendimiento de 40 toneladas aproximadamente, siendo la Papa de esta región la mejor en cuanto a calidad y rendimiento a nivel nacional. Se debe buscar una alternativa para incrementar más el rendimiento del cultivo sin afectar su calidad, eficiente y económicamente, pues como se sabe la

Papa es un cultivo con gran demanda tanto para consumo en fresco como para la industria, con costos de producción muy altos.

La producción de azúcares a través de la fotosíntesis es la actividad fundamental en la vida de las plantas. Los procesos de producción, transporte, consumo y almacenaje de azúcar son dinámicos y estrechamente relacionados con fisiología celular, identidad de órganos, entradas del medio ambiente y estados del desarrollo. Los azúcares siempre han sido catalogados como sustratos para la respiración, como compuestos metabólicos intermedios y como parte de la estructura de la célula (Gibson, 1999, Harford, 1999).

Se ha encontrado en numerosos estudios científicos y bien documentados que ciertos tipos de azúcares actúan como sensores y señalizadores moleculares; que de manera similar a las hormonas clásicas de las plantas, los oligosacáridos pueden actuar como moléculas señalizadoras que controlan la expresión de los genes y procesos de desarrollo en plantas, además que estos actúan a concentraciones ultra bajas, mili molaes (Sheen, 1999).

Se ha detectado que el azúcar (oligosacáridos), influye en la activación y represión de muchos genes con diversas funciones, procesos vitales como embriogénesis, germinación, desarrollo de plántulas, morfogénesis de raíces y hojas, floración, respuesta al estrés, defensa contra patógenos, respuesta a heridas y senescencia (Jang, 1997, Nemeth, 1998).

Experimentos en naranja valencia en Montemorelos, N.L. determinaron que los oligosacáridos incrementaron un promedio del 30% el rendimiento. En el número de flores que se presentaron no hubo diferencia, por lo que se sugiere que el incremento de frutos observado fue debido a una disminución de aborto de flores y/o frutillas, dado lo anterior, es factible sugerir que los oligosacáridos intervienen en procesos metabólicos y morfológicos que afectan positivamente el amarre de flores (Reyes et al., 2003).

Experimentos realizados en Navidad, N.L., en papa, variedad Atlantic, demuestran que la aplicación de oligosacáridos en una dosis de 1.3 cc/ha, incrementan el rendimiento en un 16.68%

aproximadamente sobre el testigo (55.75 ton a 67.50 ton), no obstante que en ese predio se cuenta con manejo tecnológico intensivo (Reyes et al., 2003).

Para obtener buenos rendimientos en el cultivo de la Papa en la actualidad es necesario utilizar una gran cantidad de insumos agrícolas, como agroquímicos, fertilizantes, etc. Puesto que es un cultivo que demanda muchos nutrientes y el suelo no aporta siempre la cantidad suficiente de estos por lo que es necesaria la aplicación de fertilizantes en grandes cantidades. También se requiere de una cantidad enorme de plaguicidas y funguicidas tanto preventivos como correctivos, ya que este cultivo es muy susceptible a plagas y enfermedades tanto en la parte aérea, como en la parte subterránea. La tendencia de la agricultura actual es tratar de disminuir la aplicación de agroquímicos sin afectar rendimientos, en otras palabras hacer una agricultura orgánica, pues la aplicación de tantos agroquímicos causa efectos negativos en la salud humana debido al efecto residual que tienen muchos productos y que en muchas ocasiones los agricultores con el objetivo de salvar sus cosechas, aplican dichos productos sin acatar las recomendaciones específicas de residualidad, sin mencionar el deterioro ambiental y de su fauna silvestre. El uso de oligosacáridos (moléculas completamente orgánicas), puede ser el primer paso en este difícil camino, pues dentro de todos sus beneficios se encuentran sus efectos como fitoreguladores que pueden modificar la fisiología y morfología de las plantas, activando ciertas proteínas que fomentan el crecimiento vegetal con lo cual puede incrementar rendimientos, calidad, etc. El estudio sobre los oligosacáridos se encuentra en pleno desarrollo con resultados muy positivos.

Objetivo

Incrementar el rendimiento de Papa mediante la aplicación de oligosacáridos.

Evaluar el efecto de los oligosacáridos en la morfología y fisiología de la Papa.

Hipótesis

La aplicación de oligosacáridos afecta la morfología y fisiología de la planta, por lo cual se puede incrementar el rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Historia

El cultivo de la Papa se originó en la cordillera andina donde fue consumida por mas de 800 años. Mas tarde los exploradores españoles llevaron la planta a Europa a finales del siglo XVI como una curiosidad botánica. En el siglo XIX fue distribuida en todo Europa, lo cual ocasionó que fuera un alimento barato y abundante para todos los trabajadores de la revolución Industrial (CIP, 2004).

Descripción Botánica

Pertenece a la familia *Solanaceae*, género *Solanum*, especie *tuberosum*, es una planta herbácea dicotiledónea, provista de un sistema aéreo y otro subterráneo de naturaleza rizomatosa del cual se originan los tubérculos.

Raíces: Fibrosas, muy ramificadas, finas y largas. Las raíces tienen un débil poder de penetración y sólo adquieren un buen desarrollo en un suelo mullido.

Tallos: Aéreos, gruesos, fuertes y angulosos. Se originan en la yerna del tubérculo, siendo su altura variable entre 0.5 y 1 metro. Son de color verde pardo debido a los pigmentos antociánicos asociados a la clorofila, estando presentes en todo el tallo.

Tubérculos: Son los órganos comestibles por la gente. Están formados por tejido parenquimático, donde se acumulan las reservas de almidón. En las axilas del tubérculo se sitúan las yemas de crecimiento llamadas “ojos”, sobre la superficie del tubérculo.

Hojas: Son compuestas, imparpinnadas y con folíolos primarios, secundarios e intercalares.

Flores: Tienen corola rotácea gamopétala de color blanco, rosado, violeta, etc. Es una planta autógama, siendo su androsterilidad muy frecuente, a causa del aborto de los estambres o del polen según las condiciones climáticas.

Frutos: Tienen forma de baya redonda de color verde de 1 a 3 cm de diámetro, que se tornan amarillos al madurar. (INFOAGRO 2004)

Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura

Se trata de una planta de clima templado-frío, siendo las temperaturas más favorables para su cultivo las que están en torno a 13 y 18° C. Al efectuar la plantación la temperatura del suelo debe ser superior a los 7° C, con unas temperaturas nocturnas relativamente frescas.

El frío excesivo la perjudica, ya que los tubérculos quedan pequeños y sin desarrollar. Temperaturas demasiado elevadas afectan a la formación de los tubérculos y favorece el desarrollo de plagas y enfermedades.

Heladas

Es un cultivo bastante sensible a las heladas tardías, ya que produce un retraso y disminución de la producción. Si la temperatura es de 0° C la planta se hiela, acaba muriendo, dependiendo del estado que se encuentre, aunque puede llegar a rebrotar. Los tubérculos sufren el riesgo de helarse en el momento en que las temperaturas sean inferiores a -2° C.

Humedad

La humedad relativa moderada es un factor muy importante para el éxito del cultivo.

La humedad excesiva en el momento de la germinación del tubérculo y en el periodo desde la aparición de las flores hasta a la maduración del tubérculo resulta nociva. Una humedad ambiental excesivamente alta favorece el ataque de tizones, principalmente tardío.

Suelo

Es una planta muy exigente a las condiciones edáficas, sólo le afectan los terrenos compactados y pedregosos, además de los salinos, ya que los órganos subterráneos no pueden desarrollarse libremente al encontrar un obstáculo mecánico en el suelo. La humedad del suelo debe ser suficiente; aunque resiste la aridez, en los terrenos secos las ramificaciones del rizoma se alargan demasiado, el número de tubérculos aumenta, pero su tamaño se reduce considerablemente. Prefiere los suelos ligeros o semiligeros, silíceo-arcillosos, ricos en humus y con un subsuelo profundo. Soporta el pH ácido entre 5.5-6, ésta circunstancia se suele dar más en los terrenos arenosos. Es considerada como una planta semi-tolerante a la salinidad.

Luz

La luz tiene una incidencia directa sobre el foto período, ya que induce la tuberización.

Los fotoperíodos cortos son más favorables a la tuberización y los largos inducen el crecimiento. Además de influir sobre el rendimiento final de la cosecha. En las zonas de clima cálido se emplean cultivares con fotoperíodos críticos, comprendidos entre 13 y 16 horas. La intensidad luminosa además de influir sobre la actividad fotosintética, favorece la floración y fructificación. (PRODUCCIÓN VEGETAL, 2004).

Cuadro 1. Principales Variedades de Papa Utilizadas en México (CFIA,2004).

Variedad	Creador y Origen	Características Agronómicas	Utilización	Reacción a Enfermedades
Adora	A.D. Mulder cruza (Primura x Alcmaria) en Enkhuizen (Holanda).	Variedad rendidora con buena uniformidad de tuberización, pocos tubérculos por planta, dormancia larga. Reacción a enfermedades Resistente a: Nematodo Dorado. Moderadamente resistente a : PVY, escarabajos y daño por luz. Moderadamente susceptible: Pierna negra.	Consumo en fresco	Resistente a: Enfermedad A. Altamente resistente a : PVY. Moderadamente resistente a: Daños por luz Suceptible a: PVX, escarabajos.
Caesar	B.V. de ZPC de la cruza de (Monalisa x Rop B 1178) en Leeuwarden (Holanda).	Variedad muy rendidora; uniforme , buen desarrollo foliar.	Consumo en fresco	Resistente a: Enfermedad A. Altamente resistente a : PVY. Moderadamente resistente a: Daños por luz Suceptible a: PVX, escarabajos.
Estima	J.P. & P.R. Dijkhuis de (Oldenburger 51-640 x G3014) en Warfhuizen (Holanda).	Medianamente tardía Produce tubérculos grandes que la hacen atractiva, empieza a tuberizar pronto, buena resistencia a manejo.	En la cocina tanto cocida y freída	Buena resistencia a : Enfermedades de raíz. Moderadamente resistente a: PVX, PVY ⁿ , PVY ^{ntn} , Moderadamente susceptible a: Pierna Negra. Muy susceptible a: Nematodos.
Gigant	Mejorada por E. Duursema ,cruza de (Elvira x AM 66-42) en Holanda.	Medianamente tardía Periodo de dormancia medio (6 meses).	Cocina	Resistente a:: Nematodo. Altamente resistente a : PVY. Moderadamente resistente a: Escarabajos
Mondial	Mejorada por D. Biemond B.V., de la cruza de (Spunta x SVP Ve 66295) en Holanda.	Variedad con poco contenido de material seca, tubérculos de muy buena calidad, es muy susceptible a virus (Punta morada).	Consumo en Fresco	Resistente a: Nematodos y PVA, PVX. Buena resistencia a: PVY. Moderadamente susceptible a: Escarabajos. Suceptible a: Daños por luz.

Reguladores de Crecimiento en el Cultivo de la Papa

Se puede definir a los reguladores vegetales como compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican cualquier proceso fisiológico vegetal. En la actualidad se conoce que los procesos fisiológicos de las plantas están reguladas por las hormonas vegetales, las cuales establecen entre si un

equilibrio interno, que constituye la base a partir de la cual se desencadenan todas las reacciones (Weaver, 1980).

Durante el ciclo vegetativo, la formación y crecimiento de tubérculos, y los cambios metabólicos que se producen, dependen en gran medida por la temperatura y duración del día, por su incidencia en el balance de las fitohormonas endógenas. El reposo vegetativo, la emergencia y el desarrollo de nuevas plantas, constituyen tres aspectos fundamentales del ciclo vegetativo del cultivo y la permanencia en uno o en otro estado depende además, de las condiciones antes señaladas de las características de la variedad y de la edad del tubérculo en el momento de la cosecha (Wheler et al., 1986).

Auxinas

Las auxinas son sustancias químicamente relacionadas con el AIA, el cual parece ser propiamente el principal compuesto químico en muchas plantas. En ciertas pruebas biológicas que se utilizan partes seccionadas de plantas de las que se extrae el máximo de auxinas endógenas, demuestra activar el crecimiento (Hill, 1977).

Las auxinas son sintetizadas por la planta en las células del meristemo apical del talluelo, tallo, ramas y en las yemas; cuando se encuentran en desarrollo. De estas regiones meristemáticas son transportadas en forma basipetala por difusión a través de las células en la plántula al inicio de su desarrollo y por el floema en plántulas ya desarrolladas (Zermeño 1991).

Son múltiples los efectos fisiológicos reportados en la literatura para este grupo de hormonas y muy discutido su mecanismo de acción. Se destaca la influencia en el crecimiento de tejidos y órganos, y su intervención en el alargamiento celular, aunque también se reporta cierta actividad sobre división celular (Devlin, 1980).

Giberelinas

Las giberelinas tienen como acción básica el modificar el mensaje genético que lleva el RNA. Cuando falta se presenta el síntoma típico de falta de amilasa en la planta, enzima que deshace al almidón, lo cual permite utilizarlo para obtener energía. Otro síntoma típico es el de promover el crecimiento en variedades enanas. También con la aplicación de

giberalinas las plantas pueden florecer en condiciones inadecuadas de horas luz o de frío (Rojas, 1995).

Se ha reportado un aumento en el porcentaje de brotación en plantas de papa con mayor uniformidad y vigor después de tratar al tubérculo con giberalinas (Prieto *et al.*, 1990).

Se encontró un incremento de 11.4 por ciento de brotación con aplicación de giberalinas, respecto al testigo de semillas germinadas de triticale de un total de 500 a nivel laboratorio (Ayala, citado por Zermeño, 1991).

Las giberalinas son compuestos muy estables y de rápida distribución por el floema, junto con otros compuestos de fotosíntesis. Se produce en el ápice de tallos y hojas jóvenes, se mueve basipetalamente, pero puede transportarse hacia el ápice en movimiento acopétalo (Rojas, 1979).

La aplicación de giberalinas en papa en muchos casos aumenta el rendimiento, debido a que el número de tubérculo por planta esta en relación directa con el número de tallos, y esto a la vez por el número de yemas brotadas (Ruiz, 1979).

Citocininas

Las citocininas se asocian especialmente en el estímulo de la división celular, se ha demostrado que tienen otros efectos en el crecimiento, en las fases del desarrollo de la planta, desde división celular y elongación de las mismas hasta la formación de flores y frutos. También intervienen en el metabolismo, incluyendo actividades de enzimas y la biosíntesis en el crecimiento (Weaver, 1980).

Las actividades de las citocininas se correlacionan mas con la ubicación de las regiones de división celular activa como en las semillas durante la germinación con frutos en desarrollo, razón que permite considerarlas como reguladores de la división celular (Weaver, 1980).

Las citocininas, tienen efectos sobre la síntesis de DNA y que induce actividad de las amilasas y proteasas y la síntesis de tiamina y la auxina (Rojas, 1995).

Los carbohidratos pueden definirse como derivados aldehídos o ce tónicos de alcoholes polihidroxiados o anhídridos de estos derivados. Realizan muchas funciones vitales en los organismos vivos, que sirven de estructuras esqueléticas en plantas, insectos y crustáceos y, como estructura exterior, en los microorganismos. En los órganos de almacenamiento de las plantas y en el hígado y músculos de los animales, constituyen una importante reserva alimenticia. La mayor parte de la energía para las actividades metabólicas de la célula, en todos los organismos, se deriva de la oxidación de carbohidratos. La mayor parte de las calorías de los alimentos de hombres y animales, exceptuando los carnívoros, procede de los carbohidratos. Las diversas funciones enumeradas antes, no pueden asignarse todas a un tipo de carbohidratos, pero si puede asignarse cada función a una clase específica de carbohidratos (Mertz, 1983).

Carbohidratos de Importancia Fisiológica

Los carbohidratos están ampliamente distribuidos en vegetales y animales, donde desempeñan funciones estructurales y metabólicas. En los vegetales, la glucosa es sintetizada por fotosíntesis a partir de bióxido de carbono y agua y almacenada con almidón o convertida a celulosa que forma parte de la estructura de soporte vegetal. Los animales pueden sintetizar algunos carbohidratos a partir de lípidos y proteínas, pero el volumen mayor de los carbohidratos de animales se deriva en ultima instancia de los vegetales (Meyes et al.,1999).

Los Carbohidratos son Derivados Aldehídos o Cetonas de Alcoholes Polihídricos

Clasificación:

- 1) Los monosacáridos son aquellos carbohidratos que no pueden ser hidrolizados en moléculas mas sencillas. Pueden subdividirse en triosas, tetrasas, pentosas, hexosas, heptosas y cotosas, dependiendo de la cantidad de átomos de carbono que contengan; y como aldosas y cetosas dependiendo si tienen o no grupo aldehído o cetona.**

- 2) Los disacáridos producen dos moléculas del mismo o de diferentes monosacáridos cuando se hidrolizan: ejemplo de estos compuestos son la maltosa, que produce dos moléculas de glucosa y la sacarosa, que produce una molécula de glucosa y una de fructosa.
- 3) Los oligosacaridos son los compuestos que por hidrólisis dan 2 a 10 moléculas de monosacárido. La maltotriosa* es un ejemplo.
- * Obsérvese que esta no es una triosa verdadera sino un trisacarido que contiene tres residuos de alfa glucosa.
- 4) Los polisacáridos son aquellos carbohidratos que dan, al ser hidrolizados, mas de 10 moléculas de monosacáridos. Los almidones y las dextrinas son ejemplos de polisacáridos que pueden ser lineales o ramificados. Según la naturaleza de los monosacáridos a que dan origen por hidrólisis, en ocasiones se le designa como hexosanos o pentosanos.

Cuadro 2. Ejemplos de clases de carbohidratos.

Clase general	Formula	Ejemplo de un compuesto que ocurre en la naturaleza
I. Monosacáridos		
Triosas	$C_3H_6O_3$	Gliceraldehido
Pentosas	$C_5H_{10}O_6$	Ribosa
Hexosas	$C_6H_{12}O_6$	Glucosa (una aldohexosa) y fructosa (una cetohehexosa)
<u>II. Oligosacaridos</u>		
Disacáridos	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Maltosa (dos residuos de glucosa) y sacarosa (glucosa y fructosa)
Trisacáridos	$C_{18}H_{32}O_{16}$	Refinosa (fructosa, glucosa y galactosa)
III. Polisacáridos		
Polímeros de pentosa	$(C_5H_8O_4)_X$	Xilano (polixinosa)

Azúcares como Moléculas Señalizadoras

Señalización es el proceso por el cual las plantas perciben las señales ambientales para después ser transmitidas al metabolismo celular para activar respuestas adaptativas.

Entre los azúcares más estudiados en el proceso de señalización y efecto morfológico en plantas se encuentran los oligosacáridos (producto de la condensación de 2 a 10 monosacáridos mediante un enlace glucosídico). A los oligosacáridos que tienen efecto fisiológico y morfológico se les denomina oligosacarinas (Roitsch 1999).

Estudios recientes indican que de una manera similar a las hormonas clásicas de las plantas, los oligosacáridos pueden actuar como moléculas señalizadoras que controlan la expresión de los genes y procesos de desarrollo en plantas (Sheen et al., 1999).

La producción de azúcares a través de la fotosíntesis es una actividad fundamental en la vida de las plantas. Los procesos de producción, transporte, consumo y almacenaje de azúcar son dinámicos y estrechamente relacionados con fisiología celular, identidad de órganos, entradas “inputs” del medio ambiente y estados del desarrollo.

El aislamiento y caracterización de la respuesta de mutantes al azúcar usando una variedad de estrategias ha revelado sorprendentes aspectos y la gran complejidad de la regulación del azúcar en las plantas (Martín et al., 1997).

Evidencias recientes, soportan el concepto de que sentido y señalización pueden ser preformados en un rango milimolar de moléculas señalizadoras usando enzimas ligadas a azúcar, proteínas, o transportadores (Smeeckens y Rook, 1997).

Efectos del sentido y señalización de azúcar

La sacarosa es la mayor forma de traslocación de los azúcares dentro de la planta y es la más frecuentemente usada en plantas en estudios sobre la respuesta de genes a la regulación por azúcar (Halford et al., 1999).

Sin embargo, en muchos casos los efectos de la sacarosa pudieron ser sustituidos completamente por hexosas, tales como glucosa y fructosa. Como caso, la

represión de los genes de la fotosíntesis por sacarosa, puede ser producida por una baja concentración de hexosas (Krapp et al., 1993)

La sacarosa puede tener una misión señalizadora, distinta a las hexosas y puede ser percibida por diferentes tipos de sensores / receptores.

La importancia de Hexoquinasa como un glucosa sensor es ampliamente soportado por la generación y caracterización plantas transgénicas de *Arabidopsis* con niveles alterados de HXK, o con levaduras HXK supe una función catalítica primaria (Jang y Sheen, 1997).

Se ha detectado que el azúcar (oligosacáridos), influye en la activación y represión de muchos genes con diversas funciones, procesos vitales como la embriogénesis, germinación, desarrollo de plántulas, morfogénesis de raíces y hojas, floración, respuesta a estrés, defensa contra patógenos, respuesta a heridas y senescencia.

El análisis de mutantes de almidón sugiere una conexión entre el azúcar y el tiempo de floración (Corbesier et al., 1998). La correlación entre índice mitótico y distribución de la glucosa, revelado por un método, un mapa histográfico de alta resolución en el desarrollo de embriones de frijol, ha llevado a la propuesta de que ésta puede además funcionar como un “morfogen” (Borisjuk et al., 1998).

Mecanismos Moleculares y Bioquímicos de Expresión de Genes Regulados por Oligosacáridos

La expresión de genes regulada por oligosacáridos puede ser medida en los niveles transcripcional y pos-transcripcional muchos sistemas incluyendo plantas completas, tejido intacto, células en cultivo de tejidos y protoplastos han sido utilizados para identificar la sensibilidad de elementos cis-DNA al azúcar, esto en una forma similar a la cremallera de un ciper, en donde posiblemente los oligosacáridos actúan como moléculas que facilitan o dificultan la transcripción, o bien bloquean los productos de la transcripción en el nivel pos-transcripcional.

La activación de la expresión de genes por oligosacáridos ha sido estudiada más profundamente con los promotores de genes que codifican β -Amilasa y proteínas vegetativas almacenadas.

Hexoquinasa (HXK) con una Doble Función Enzima y Sensor

La definición clásica de HXK como una enzima citosólica dimérica esencial para glicólisis ha sido la base para el controversial punto de vista sobre si de todos modos la HXK es una glucosa sensor, mientras la señalización de glucosa intracelular es sensada (Sheen, 1999).

La inhibición de la germinación de la semilla de *Arabidopsis* por manosa pudo ocurrir sin afectar los niveles de ATP o fosfato inorgánico en semillas, y pudo ser superada por un inhibidores de HXK (Pego et al., 1999).

La identificación de proteínas que interactúan con HXK representa un paso crucial en descifrar el mecanismo del sentido de la glucosa y señalización por HXK. La reciente elucidación de cómo actúa la galactoquinasa como una galactosa sensor provee el primer ejemplo palpable de cómo un azúcar quinasa puede regular la expresión genética (Zenke et al., 1996).

Proteínas Quinasa y Fosfatasas en Señalización de Oligosacáridos

El descubrimiento y desarrollo de proteínas quinasas específicas (PK) y fosfatasa (PP), han provisto de herramientas para examinar el involucramiento de la fosforilación/desfosforilación de proteínas en diversas rutas de traducción de señales (Mackintosh, 1994).

Resultados de experimentos con inhibidores de canales iónicos de calcio y calmodulina han sido usados para proponer un rol del calcio como un segundo mensajero en señalización de (oligosacáridos) azúcar.

Genética de Sentido y Señalización de Azúcar

Las rutas de sentido y señalización de azúcar en las plantas, son medidas por múltiples sensores e interconectadas al crecimiento y desarrollo de las plantas.

La interacción en señalización entre azúcar y luz es multifacética. Por ejemplo, azúcar y luz tienen efectos opuestos en la expresión de los genes inmersos en la fotosíntesis, pero un efecto sinérgico sobre la acumulación de antocianinas y expresión genética de las defensas. La activación en luz de la expresión del gen de nitrato reductasa puede ser llevado a cabo con tratamiento de azúcar en la oscuridad (Nemeth et al., 1998).

Una Segunda Estrategia Fructífera para el Aislamiento de Mutantes que Responden a Oligosacáridos

La obstrucción del desarrollo dependiente de azúcar en el estado de germinación de plántulas es una útil estrategia para el aislamiento de mutantes que responden a oligosacáridos.

Mutantes seleccionados sobre la base del desarrollo de plantas influenciados por Oligosacáridos incluye insensibilidad a glucosa (gin), sobresensibilidad a glucosa (glo), insensibilidad a carbohidratos (cai), insensibilidad a sazarosa (sis) e insensibilidad a germinación en mañosa (mig) (Zhou et al., 1998).

La selección de mutantes a la respuesta a Oligosacáridos usando glucosa ha sido totalmente exitosa.

Glucosa Como una Hormona y su Conexión con Otras Hormonas de Plantas

Los efectos específicos de la glucosa en la expresión de genes y desarrollo son características de la acción de hormonas de plantas (Koch, 1996).

La demostración de HXK como un sensor específico de glucosa y la acción de señales de glucosa no metabolizable mediadas a través de sensores/receptores no conocidos califican a la glucosa como una hormona de planta con doble función: molécula señaladora y metabolito intermediario.

Caracterizaciones recientes de plantas transgénicas de zanahoria con antisentido invertido de la pared celular, con la construcción de la vacuola invertida mostró embriones malformados y brotes tupidos que pueden ser corregidos por hexosas (Tang et al., 1999). Estos fenotipos son aparentemente causados por una falta de señalización de hexosa, la cual puede controlar el balance entre las hormonas auxina y citocininas de la planta básicas en los procesos de embriogénesis y desarrollo de brotes y raíz.

Azúcar Conectada a Señales de Nitrógeno

La relación regulatoria entre azúcar y Nitrógeno es manifestada por el reciente descubrimiento de que los genes codifican transportadores de nitratos, nitrato reductasa, asparagina sintasa y glutamina sintasa y son activados por azúcar. La interacción entre el azúcar y el Nitrógeno puede ser en la regulación de la actividad enzimática.

Oligosacáridos en Crecimiento y Desarrollo de Plantas

Morfogénesis

Los primeros reportes del efecto de los Oligosacáridos como reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas indicaron que fragmentos de la pared celular de la planta, producidos

por una hidrólisis ácida de paredes celulares, influenció floración y crecimiento vegetativo en *Lemna giba* (Gollin et al., 1984).

La evidencia acumulativa confirma que los fragmentos pécticos regulan organogénesis en explante.

Estos efectos fueron reproducibles con fragmentos pécticos obtenidos de células de sicomoro cultivadas en suspensión o de células cultivadas de tabaco (Eberhard et al., 1989).

La hipótesis de que los oligosacáridos actúan como moléculas señalizadoras de los procesos del desarrollo en plantas ha ganado soporte en un reciente reporte con un Oligosacárido de origen procariote que regula patrones morfogenéticos de raíces de plantas (Lerouge et al., 1990).

La fijación de nitrógeno mediante el simbiote *Rhizobium meliloti*, produce un oligosacárido, llamado NodRm-1, que ha sido recientemente caracterizado como tetra- β -1-4-D-glucosamine, modificado tanto por sulfación como por un ácido graso C-16. A bajas concentraciones nanomolares, este Oligosacárido causa diferenciación en células corticales de alfalfa e inicia nodulación (llevando a una deformación los pelos radicales) en la ausencia de la bacteria (Lerouge et al., 1990).

El cultivo de tejidos de algunas especies de plantas han sido inducidos para formar raíces o yemas vegetativas variando la concentración relativa de reguladores de crecimiento, por ejemplo, auxinas y citocininas (Skoog y Miller, 1957)

El adquirir la habilidad para regular la morfogénesis de plantas ha sido una añorada meta. Investigaciones previas han establecido que explantes compuestos por finas capas de células de la superficie de yemas florales de tabaco pueden ser inducidas a formar callo, yemas vegetativas, flores o raíces por medio de ajuste del pH y la proporción de auxinas y citocininas.

El cultivo de tejido de plantas que pueden ser inducidas por el principio de la variación de la relación auxinas/citocininas usualmente forman únicamente yemas vegetativas, raíces o callo

indiferenciado, no obstante se ha observado que alterando la concentración de estos dos reguladores de crecimiento, añadiendo sacarosa o glucosa (Cousson y Tran, 1983), y variando el pH del medio de cultivo (Cousson y tran, 1981), se puede afectar la organogénesis en el cultivo de tejido de tabaco.

Estudios han mostraron que los explantes de tabaco que crecieron en el medio I con un pH de 3.8, formaron 10 flores cada uno, pero añadiendo 10^{-10} g.ml⁻¹ de fragmentos de EPG la floración fue inhibida en un 87 % y se indujo la formación de yemas vegetativas. En el medio II a pH 5.0 sin fragmentos de EPG los explantes no desarrollaron órganos, sólo callo, y éste fue inhibido al adicionarle al medio 10^{-10} g.ml⁻¹ de fragmentos de EPG, provocando la formación de yemas vegetativas.

En el medio II a pH de 6.0 sin fragmentos de EPG, los explantes formaron yemas vegetativas y dicha respuesta fue inhibida cuando se añadió 10^{-10} g.ml⁻¹ de fragmentos de EPG, formando en su lugar flores.

Los fragmentos de la solubilización básica (B), tuvieron un efecto similar a los fragmentos EPG del medio I a pH de 3.8. Los fragmentos B, indujeron la formación de yemas vegetativas pero inhibieron la floración a dosis de 10^{-10} g.ml⁻¹, contra 10^{-10} g.ml⁻¹ de EPG requerida en el medio I. Los fragmentos B dieron lugar a brotes florales más que a flores en el mismo explante donde se produjeron yemas vegetativas. En el medio II a pH de 6.0 los fragmentos B indujeron formación de raíces más que flores.

Se estima una concentración de oligosacarinas activas en mezclas de fragmentos EPG o B del orden de 10^{-8} o 10^{-9} M.

Por otra parte los efectos morfogenéticos desaparecen cuando la concentración es muy alta o muy baja. Así los efectos de los fragmentos de EPG y B en la morfogénesis resultan del efecto de un carbohidrato específico.

La habilidad de las oligosacarinas para regular morfogénesis en explantes de tabaco abre la posibilidad de que estos fragmentos son reguladores de morfogénesis in situ.

Regulación de Auxinas

Dos tipos de paredes celulares son encontradas en plantas superiores: paredes primarias y secundarias. Paredes primarias son producidas por células de crecimiento, por lo tanto pueden elongarse y/o acrecentarse; las paredes secundarias no pueden. Las paredes primarias de plantas están compuestas por muchos carbohidratos complejos (aproximadamente 90%) y proteínas (10%) los cuales pueden interactuar unos con otros durante el crecimiento o desarrollo de la planta (Hayashi, 1989).

Xiloglucan es obviamente un importante componente de las paredes celulares primarias, como es indicado por su gran ocurrencia en las paredes celulares primarias de las plantas evolucionadas y la notable disminución en el contenido de Xiloglucan durante el crecimiento y desarrollo. Xiloglucan se degrada rápidamente después de un tratamiento ácido o auxínico (Labavitch, 1981). Esto sugiere que las funciones de Xiloglucan en la elongación celular durante el crecimiento y es un componente clave en las paredes celulares primarias. También es notable la estructura similar entre Xiloglucan y celulosa.

Xiloglucan en las paredes celulares primarias es uno de los más probables contribuyentes para el desdoblamiento las cadenas de microfilamentos de la celulosa, el cual permite la susceptibilidad de las paredes celulares a la expansión por turgencia (Taiz, 1984)

Se han sugerido dos mecanismos para la inducción a elongación de células de plantas por auxinas, uno resultado de la secreción de H^+ , quizá asociado con la activación de síntesis de novo de celulasas que aflojan las estructuras de las paredes celulares. Los componentes estructurales de los polisacáridos (xiloglucanas) de la pared celular primaria pueden afectar (regular) el crecimiento. Un posible mecanismo para la regulación de auxinas por xiloglucanas, puede involucrar la regulación de actividad de celulosa durante el crecimiento.

Un posible mecanismo para la regulación del xiloglucano de la actividad auxínica puede envolver la regulación diferencial de la actividad de la celulasa durante el crecimiento. Celulasa de Chícharo (Farkas y Maclachlan, 1988) y Celulasa de frijol (McDougall y Fry, 1990) fueron mostradas recientemente in vitro para ser activadas y pueden llegar 10 veces por XG9 a concentraciones de 1-200 nM. La activación de las enzimas fue observada únicamente cuando el polisacárido Xyloglucan fue el sustrato para las enzimas.

La actividad de XG9 puede resultar de su habilidad para activar celulasa, además facilitando el rápido crecimiento de células durante su elongación.

Producción de H_2O_2 y Peroxidación de Lípidos

La producción de H_2O_2 y/o superóxido (O_2^-), ocurre en plantas sanas durante la lignificación, es un proceso que puede autoiniciarse debido al ataque de hongos o por elicitor, incluyendo fragmentos pécticos.

El ácido Jasmónico fue propuesto como un intermediario en el mecanismo de traducción de genes inhibidores de proteasas que se inducen con heridas.

Flujos de Iones

Los oligogalacturonide causan despolarización de la membrana, los ácidos monogalacturónicos no y las H-ATPas están implicadas en señalización de oligosacáridos.

Experimentos Recientes sobre la Aplicación de Oligosacáridos

Experimentos realizados en la sierra de Arteaga, se encontró que las aplicaciones de oligosacáridos en manzano variedad Golden Delicious, durante la floración, afectaron positivamente el amarre de fruta y consecuentemente se incrementó el rendimiento. Encontrándose que de dos aplicaciones de oligosacáridos (primera flor y floración completa)

a dosis de 3.9 cc por hectárea incrementó el rendimiento en un 54%. Por lo que se puede sugerir que con la aplicación de oligosacáridos se incrementa el amarre de fruta. Las aplicaciones de oligosacáridos en floración también tuvieron efecto en el incremento de tamaño de fruta en cosecha, encontrándose que el mejor tamaño de fruta se encontró en la dosis de 3.9 cc aplicada en primera flor y floración completa. También se encontró que en tres aplicaciones en dosis de 2.0 cc en precosecha incrementaron significativamente la fruta grande (calibres 80 a 113) y disminuyeron la cantidad de fruta pequeña (calibres 175 a 216) (Reyes Et al., 2003)

Experimentos en naranja valencia en Montemorelos, N.L. determinaron que los oligosacáridos incrementaron un promedio del 30% el rendimiento. En el número de flores que se presentaron no hubo diferencia, por lo que se sugiere que el incremento de frutos observado fue debido a una disminución de aborto de flores y/o frutillas, dado lo anterior, es factible sugerir que los oligosacáridos intervienen en procesos metabólicos y morfológicos que afectan positivamente el amarre de flores (Reyes Et al., 2003).

Experimentos realizados en Navidad, N.L., en papa, variedad Atlantic, demuestran que la aplicación de oligosacáridos en una dosis de 1.3 cc/ha, incrementan el rendimiento en un 16.68% aproximadamente sobre el testigo (55.75 ton a 67.50 ton), no obstante que en ese predio se cuenta con manejo tecnológico intensivo (Reyes Et al., 2003).

Puntos Clave sobre los Oligosacáridos

1. Existen en plantas oligosacaridos con actividad regulatoria hormonal a los que se les ha llamado oligosacarinas.
2. La presencia de estas moléculas se demostró en trabajos en cultivos de tejidos, donde con su presencia se logro inducir respuestas morfogeneticas definidas.
3. Han sido posibles dos procedimientos para extraer las oligosacarinas de fragmentos de pared celular, denominándoseles EPG y B.
4. La concentración de oligosacarinas activas en mezclas de fragmentos EPG o B oscilan en el orden de 10^{-8} y 10^{-9} M. (equivalentes en cantidad de sacarosa por ejemplo a 3.4×10^{-7} g).

5. **Algunos azúcares (oligosacarinas EPG o B), actúan como moléculas reguladoras mediante la señalización para controlar la expresión de los genes y procesos del desarrollo.**
6. **La expresión de los genes regulados por oligosacarinas es muy posible que ocurra a nivel transcripcional y post-transcripcional.**
7. La más exitosa forma de seleccionar mutantes que responden a azúcares es utilizando glucosa.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el municipio de Arteaga, Coahuila, en el cañón de Huachichil en el rancho conocido como Casa Blanca. Esta región papera se encuentra en las coordenadas 25°26' latitud N y 100° 51' longitud W, a 1720 msnm.

Clima

El clima de esta región está clasificado como templado, con veranos calidos, heladas fuertes y frecuentes cuenta con una temperatura media anual de 17.13° C, y una precipitación media anual de 810.61 mm.

Vegetación

El lugar presenta vegetación escasa y semidesértica , presenta montañas cercanas al lote experimental y sus terrenos están enfocados hacia el cultivo de la papa principalmente aunque se pueden encontrar pequeños lotes dedicados a otros cultivos como la calabacita entre otros.

Características de la variedad empleada

Para esta investigación se empleó la variedad Fiana que es para consumo industrial (fritura) principalmente, se considera una variedad de color muy blanco en su interior, por eso su importancia en la industria de papas fritas. Es de ciclo largo (140 días) de siembra a cosecha.

Diseño Experimental

El diseño utilizado fue el de bloques al azar (Programa SAS/STAT versión 6.12 SAS, Institute, 1998), con 2 tratamientos y 5 repeticiones.

Descripción de los tratamientos

El presente experimento consistió en 2 tratamientos con 5 repeticiones, cada repetición con cuatro surcos de entre 250 y 400 metros lineales cada uno, dando un total de parcela de aproximadamente 6000 m².

Tratamiento 1 (Testigo)

En este tratamiento no se aplicaron oligosacáridos, solo se hicieron las labores que el agricultor llevó a cabo durante su desarrollo.

Tratamiento 2 (Oligosacáridos)

En este tratamiento se aplicaron 0.2 g/l de oligosacáridos / litro en 4 aplicaciones a lo largo del ciclo del cultivo.

Metodología

Preparación del terreno

Se procedió a realizar las labores de preparación del terreno como subsuelo, barbecho, rastra así como el establecimiento del sistema de riego en este caso Pivote central en el mes de febrero y marzo del 2004.

Siembra

La siembra se realizó con una maquina sembradora de papas “Blanchet” de dos surcos y se realizó el 22 de marzo del 2004 a una distancia de 5 papas por metro, y una distancia de 0.92 cm entre surcos.

Aplicación del producto

En un tambo de 200 litros se llenó primeramente de agua y se le agregó los oligosacáridos a razón de 0.2 g / 1 litro de agua en este caso 40 g / 200 litros de agua, más el adherente comercial, se mezcló perfectamente y se procedió a llenar el tanque de la mochila, para aplicar foliarmente en las fechas que se mencionan a continuación:

- 1° aplicación, 22 de marzo 2004, durante la siembra;
- 2° aplicación, 6 de mayo 2004.
- 3° aplicación, 26 de mayo 2004.
- 4° aplicación, 15 de junio 2004.

Variables Evaluadas

Rendimiento Total

Este fue determinado el día 27 de agosto del 2004 después de haber cosechado el lote experimental, se pesó en una balanza lo obtenido de cada tratamiento.

Rendimiento por Calidad de Tubérculo

La cosecha se clasificó de acuerdo a su tamaño en: Primeras (180g), Segundas (100g), Terceras(70g), Cuartas(50g) y desecho, según el criterio de elección que se usa en la región

Tallos por Metro

Se evaluó el número de tallos por metro lineal de surco, obtenido de un muestreo de 20 metros por repetición de cada tratamiento.

Tubérculos por Tallo

Se estimó el promedio de tubérculos que genera un tallo de Papa, dividiendo el promedio de tubérculos por metro entre el promedio de tallos por metro.

Emergencia

Se hicieron muestreos del número de plantas emergidas en dos fechas, 25 de abril y el 9 de mayo del 2004. Se contabilizó el número de plantas emergidas en 10 m por repetición de cada tratamiento, tomándose los 2 surcos centrales de cada repetición, muestreando 10 m en cada uno y sacando el promedio de ambos .

Altura

En las fechas en que se tomaron los datos de emergencia, se tomaron los de altura de planta, siguiendo la misma metodología de muestreo.

Sólidos Solubles

El 6 de septiembre 2004 se tomaron 16 papas por cada tratamiento y con la ayuda de un cuchillo se partieron en pequeños pedazos, con la ayuda de un refractómetro manual ATAGO, modelo ATC-IE, con un rango de 0-32° brix, se registró la lectura de sólidos solubles en el laboratorio de poscosecha del departamento de horticultura de la UAAAN.

Firmeza

El 6 de septiembre 2004, con la ayuda de un penetrómetro manual EFFEGI, modelo FT-327 con puntilla de 5 mm, se tomó la lectura de firmeza en el mismo laboratorio.

Color

Este se realizó cortando en hojuelas el mismo número de papas utilizadas para ° Brix y firmeza y después se metieron a una freidora a 85°C por un espacio de 45 segundos; después fueron puestas sobre papel aluminio donde se procedió con la ayuda

de un colorímetro Minolta, modelo CR-300 a tomar su lectura correspondiente, para posteriormente interpretarlas en un Diagrama de Cromaticidad a^*b^* ,.

Análisis Estadístico

Se realizó el ANVA para las variables utilizadas y la prueba de rango múltiple de Tukey ($P \leq 0.01$), ($p \leq 0.05$), utilizando el programa SAS/STAT versión 6.12 (SAS, Institute, 1998).

Nota: Durante el desarrollo del cultivo se suscitó un problema fuerte, el aumento en la población de un insecto, la paratíoxa, que es vector de un virus que afecta gravemente el desarrollo del cultivo de la Papa, la punta morada de la Papa, esto llevó a que el rendimiento acostumbrado no se alcanzara. Esta enfermedad se diseminó por toda la región papera causando importantes pérdidas a muchos productores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Emergencia

En los cuadros 9 A y 10 A., se presenta el análisis de varianza para emergencia, donde para las dos fechas, los tratamientos fueron significativamente diferentes, encontrándose que T2 fue el mejor. Para el 25 de abril, el número de plantas emergidas fue de 22.8 contra 16.7 y para el 9 de mayo, 35 sobre 31.6. Si se toma en cuenta que la densidad de siembra era de 50 plantas en 10 metros, para la primera fecha, el por ciento de emergencia fue de 45.6 y 33.4 % respectivamente y; para la segunda fecha 70 y 63.2 %. Lo anterior es similar a lo encontrado por Montes en el 2004, quien reporta que en un experimento con semillas de algunas especies (trigo, maíz), aplicando Oligosacáridos y un polímero, incrementaron el % de germinación. Para el caso de trigo el mejor

tratamiento fue el 8 (polímero 15 % + 4 g de Oligosacáridos) con un 68 % de semilla germinada sobre el testigo con un 50 %.

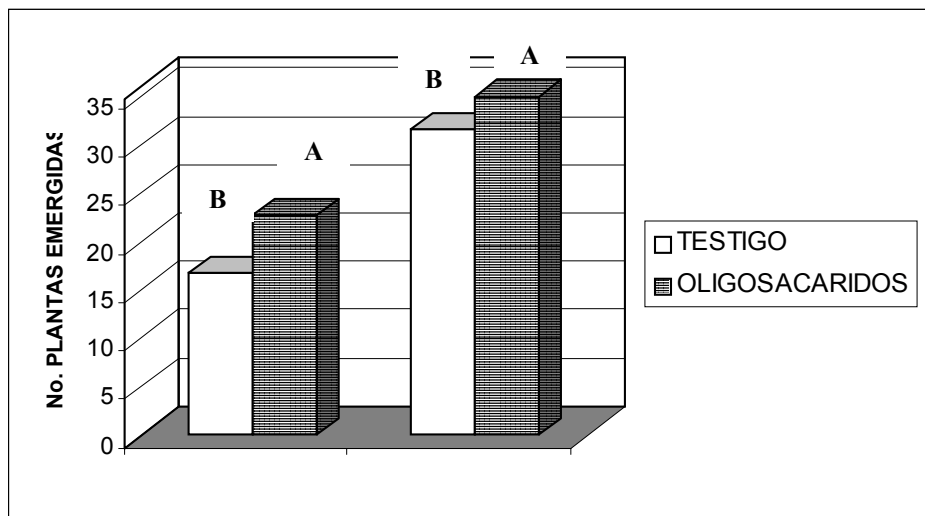
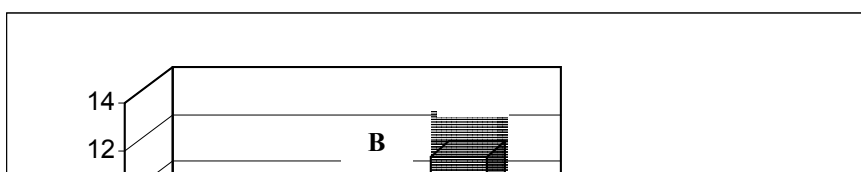


Figura 1. Oligosacáridos en emergencia de papa vr. Fiana.

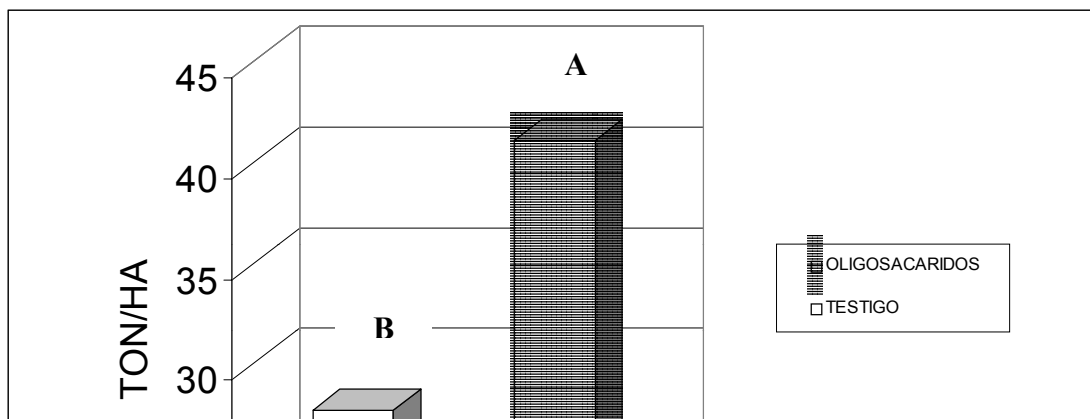
Altura

En los cuadros 11 A y 12 A., se presenta el análisis de varianza para altura, donde para la primer fecha, los tratamientos no fueron diferentes, no obstante numéricamente, T2 supero al testigo (5.538 a 4.536 cm). Para la segunda fecha, los tratamientos fueron significativamente diferentes, encontrándose que T2 fue el mejor, 11.296 a 9.324 cm. Lo anterior es similar a lo obtenido por Montes en el 2004, quien encontró que al aplicar Oligosacáridos y un polímero a semillas de maíz y trigo, se aumentó la longitud de las plántulas. Para el caso de maíz, el mejor tratamiento fue el 14 (polímero 45 % + 1 g de Oligosacáridos) 12.73 cm sobre el testigo, 10.57 cm. Para el caso de trigo el mejor fue también T14 con 20.03 cm sobre el testigo, 12.3 cm.



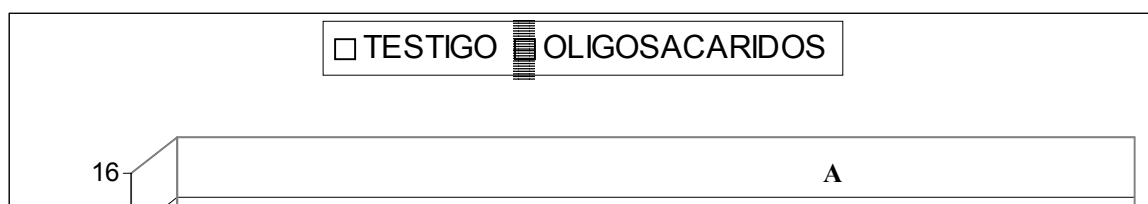
Rendimiento Total

En el cuadro 1 A., se presenta el análisis de varianza para el rendimiento total, donde los tratamientos fueron significativamente diferentes, encontrándose que el T2 (Oligosacáridos) fue el mejor e incrementó el rendimiento en un 48.34 % sobre el testigo (41.152 y 27.742 ton/ha respectivamente). Lo anterior es similar a lo reportado por Reyes *Et al.* en el 2003, que menciona que en experimentos realizados en Navidad, N.L., en Papa, variedad Atlantic, la aplicación de oligosacáridos en una dosis de 1.3 cc de i.a./ha, incrementan el rendimiento en un 16.68 % aproximadamente sobre el testigo (55.75 ton a 67.50 ton), no obstante que en ese predio se cuenta con manejo tecnológico intensivo.



Rendimiento por Calidad de Tubérculo

En los cuadros 2 A, 3 A, 4 A, 5 A, y 6 A, se presentan los análisis de varianza para el rendimiento por calidad de tubérculo. En lo que respecta a primeras, los tratamientos fueron significativamente diferentes, donde T2 fue el mejor, incrementando el rendimiento en un 101.34 % sobre el testigo (de 1.79 a 3.604 ton/ha), estos resultados son similares a los obtenidos por Solís en el 2002, que al aplicar Oligosacáridos en el cultivo de Papa, variedad Atlantic, incrementó el número de tubérculos de primeras sobre el testigo, de 11.3 a 13.35 tubérculos por metro, incrementando por consiguiente el rendimiento. En lo que respecta a segundas los tratamientos fueron significativamente diferentes, donde T2 fue el mejor, incrementando el rendimiento en un 27.8 % sobre el testigo (de 4.662 a 5.958 ton/ha), similar a lo obtenido también por Solís en el 2002, que con la aplicación de Oligosacáridos incrementó de 19 a 23.4 tubérculos por metro sobre el testigo. En lo que respecta a terceras, cuartas y desecho, los tratamientos fueron significativamente diferentes también, encontrándose en todos que el T2 fue el mejor, incrementando el rendimiento en un 39.3, 65.56 y 33.75 % respectivamente sobre el testigo (7.902 - 11.008, 8.404 - 13.914, 4.984 - 6.66 ton/ha respectivamente). Lo anterior es similar a lo reportado por Solís en el 2002, donde con la aplicación de Oligosacáridos incrementó el número de tubérculos de mixtas de 14.1 a 17.4 sobre el testigo.



Tallos por Metro

En el cuadro 7 A., se presenta el análisis de varianza para el número de tallos por metro, donde los tratamientos fueron significativamente diferentes, encontrándose que el T2 fue el mejor, incrementando el número de tallos de 8.9 a 11 sobre el testigo. Esto no concuerda con lo obtenido por Solís en el 2002, pues el obtuvo mayor número de tallos en el testigo sobre los Oligosacáridos (16.5 y 16.05 tallos por metro).

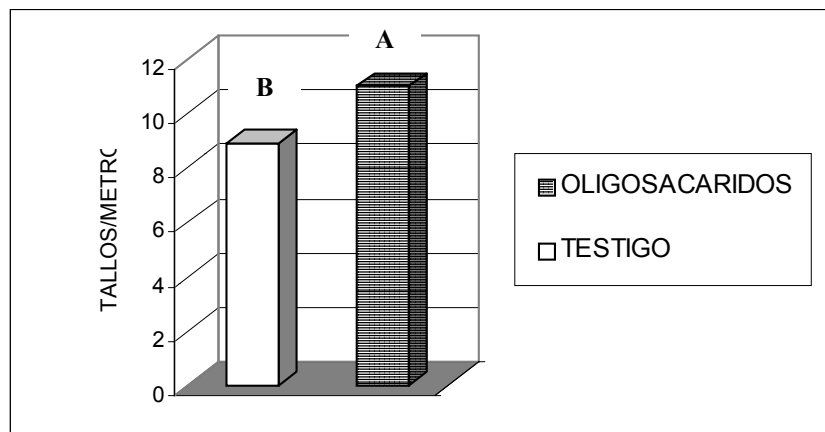


Figura 5. Oligosacáridos en tallos por metro de papa vr. Fiana.

Tubérculos por Tallo

En el cuadro 8 A., se presenta el análisis de varianza para el número de tubérculos por tallo, donde los tratamientos no fueron diferentes, no obstante, numéricamente el T2 superó al testigo (2.22 a 1.82 tubérculos por tallo).

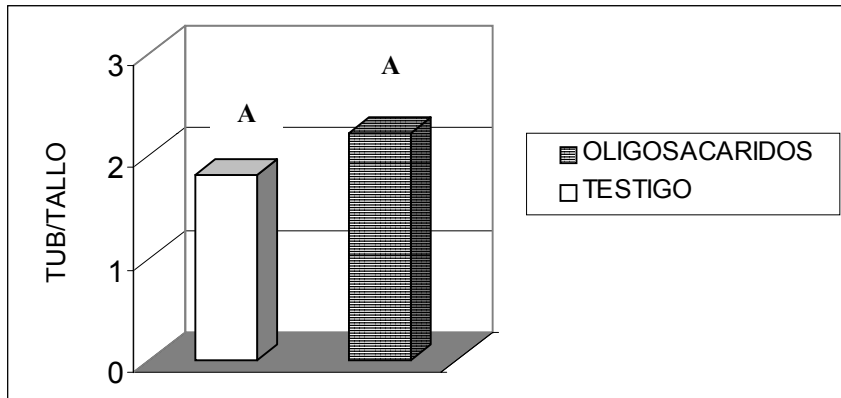


Figura 6. Oligosacáridos en No. Tubérculos por tallo de papa vr. Fiana.

Sólidos solubles

En el cuadro 14 A., se presenta el análisis de varianza para sólidos solubles, donde los tratamientos no fueron diferentes, no obstante numéricamente, T2 supero al testigo, dando 6.6438 sobre 6.4938 ° brix respectivamente.

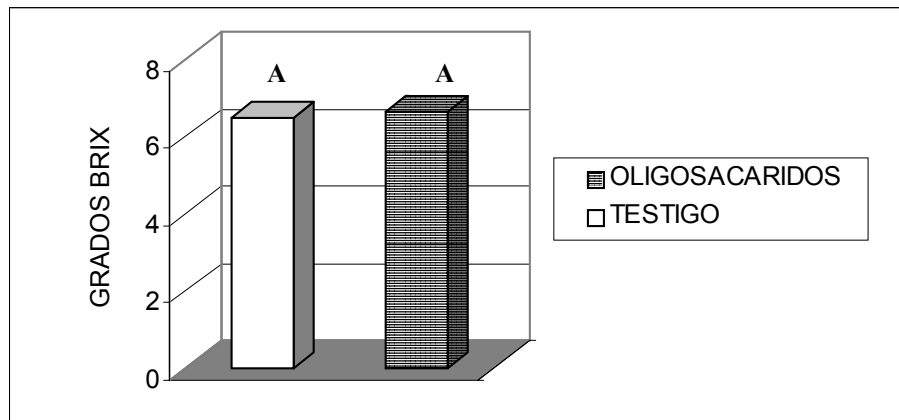


Figura 7. Oligosacáridos Sólidos solubles de papa vr. Fiana.

Firmeza

En el cuadro 13 A., se presenta el análisis de varianza para firmeza, donde los tratamientos no fueron diferentes, no obstante numéricamente, T1 supero al T2, dando 9.8281 sobre 9.2125 libras por pie² respectivamente. Lo anterior difiere con lo reportado por Soto en el 2004, quien reportó que en calabacita, al aplicar 15 % polímero + 0.5 g de Oligosacáridos, superó al testigo en un 4.97 % más de firmeza.

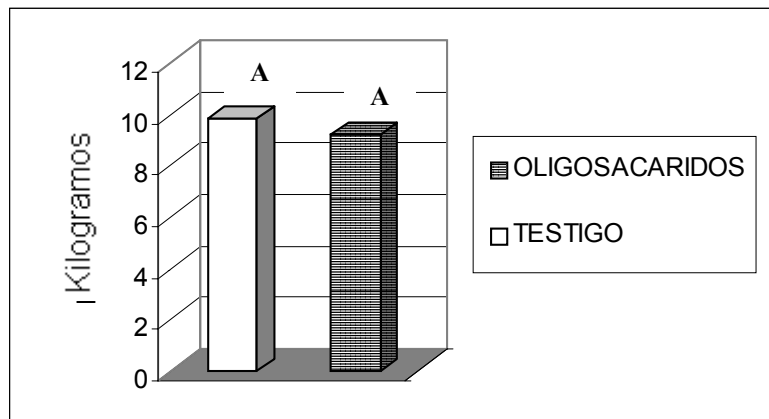


Figura 8. Oligosacáridos en firmeza de papa vr. Fiana.

Color

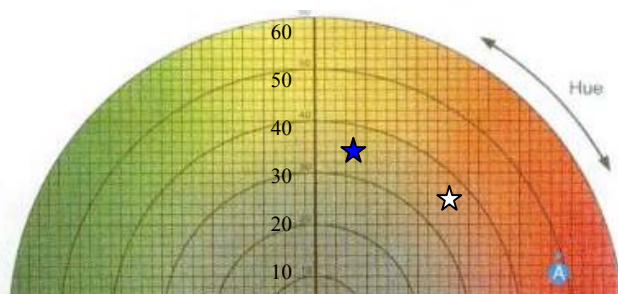
Debido a que la variedad empleada en este experimento es adecuada para la industria se determinó el color con el fin de observar si sus propiedades físicas son adecuadas para la industria de frituras, realizándose un análisis comparativo.

Cuadro 3. Medias de Coordenadas de Cromaticidad por Tratamiento.

	L	a*	b*
Testigo	57.51	21.799	26.896
Oligosacáridos	62.828	5.754	30.542

(amarillo)
+b*

Figure 8:
, b chromaticity diagram



El diagrama de Cromaticidad nos indica que las papas tratadas con Oligosacáridos en comparación con el testigo: de acuerdo a “L”, tienen más brillo; a* tienden menos al rojo y; “b*” tienden más hacia el amarillo.

Sabiendo que el cultivo fue afectado por una enfermedad , “la punta morada de la papa”, se observó que la aplicación de Oligosacáridos puede inducir cierta tolerancia a enfermedades, pues la mayoría de las papas que fueron afectadas por dicho virus, presentaron una coloración café-rojiza, en cambio la mayoría de las papas tratadas con Oligosacáridos, presentaron una coloración blanco-amarilla, lo cual nos sugiere que la aplicación de Oligosacáridos nos puede ayudar a obtener una calidad de papa adecuada para la industria, a pesar del ataque de alguna enfermedad. Como señalan Ryan y Farmer (1991) los Oligosacáridos si pueden inducir cierta tolerancia a enfermedades, sobre todo virosis, como el virus del mosaico de la alfalfa o algunos virus en tomate.



CONCLUSIONES

La aplicación de Oligosacáridos en una dosis de 40 g/ha (0.2 g/lt) incrementa el rendimiento en un 48.34 % sobre el testigo, 41.152 a 27.742 ton/ha respectivamente, no obstante un manejo altamente tecnificado del cultivo.

Al mismo tiempo se aumenta el rendimiento por calidad de tubérculo, en primeras aumentó 101.34 % en relación al testigo; en segundas en un 27.8 %; en terceras en un 39.3 %; en cuartas 65.56 % y; en desecho en un 33.75 %.

La aplicación de Oligosacáridos también incrementa el número de tallos por metro en un 23.6 % sobre el testigo; en el número de tubérculos por tallo en un 21.97 %. Además incrementa el por ciento de emergencia en un 6.8 %.

En lo que respecta a firmeza y sólidos solubles no se encontró diferencia entre los tratamientos.

LITERATURA CITADA

Borisjuk, L. Walenta, S., Weber, H., Mueller-Klieser, W., Wobus, U., 1998. High resolution histographical mapping of glucose concentrations in developing cotyledons of *Vicia faba* in relation to mitotic activity and storage processes: glucose as a possible developmental trigger. *Plant J*, 15: 583-591.

CFI 2004. Canadian Food Inspection Agency. plant products directorate. plant health division. potato section (2004).
<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/potpom/var/indexe.shtml>

Corbesier, L. Lejeune, P., Bemier, G. 1998. The role of carbohydrates in the induction of flower in *Arabidopsis thaliana*: comparison between the wild type and a starchless mutant. *Planta*, 206: 131-137.

Devlin, R.M. 1980. Hormonas del crecimiento de las plantas, *Fisiología Vegetal*. Ed. Omega. Barcelona, pp. 353-437.

Eberhard, S., Doubreva, N., Marfa, V., Mohnen, D., Southwick, A., et al. 1989. Pectic cell wall fragments regulate tobacco thin-cell-layer explant morphogenesis. *Plant cell*, 1: 747-755.

Farkas, V., Maclachlan, G. 1988. Stimulation of pea 1, 4- β -glucanase activity by oligosaccharides derived from xyloglucan. *Carbohydr. Res.*, 184: 213-220.

Gibson, S.I., Graham, I.A. 1999. Complementary: another player joins the complex field of sugar-regulated gene expression in plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 96: 4746-4748.

Jang, J.C., Leon P., Zhoul., Sheen J. 1997. Hexokinase as sugar sensor in higher plants. *Plant Cell*. 9: 5-19.

Gollin, D.J., Darvill, A.G., Albertsheim, P. 1984. Plant cell wall fragments inhibit flowering and promote vegetative growth in *Lemna gibba*. *Biol. Cell*, 51: 275-281.

Halford, N.G., Purcell, P.C., Hardie, D.G. 1999. Is hexokinase really a sugar sensor in plants? *Trends Plant sci*, 4: 117-120.

Hayashi, T. 1989. Xyloglucans in the primary cell wall. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 40: 139-168.

Hill, A.T. 1977. Hormonas reguladoras del crecimiento vegetal. Cuaderno de Biología. Ed. Omega. S.A. Barcelona, España. Pp. 189-201.

INFOAGRO 2004. Agroinformación. <http://www.infoagro.com/hortalizas/patata.htm>
CIP., 2004. Centro Internacional de la Papa.. [http:// www.cipotato.org/index2.asp](http://www.cipotato.org/index2.asp)

Jang, J.-C., Sheen, J. 1997. Sugar sensing in higher plants. *Trends Plant Sci*, 2: 208-214.

Corbesier, L., Lejeune, P., Bemier, G. 1998. The role of carbohydrates in the induction of flower in *Arabidopsis thaliana*: comparison between the wild type and a starchless mutant. *Planta*, 206: 131-137.

Koch, K. E., 1996. Carbohydrate modulated gene expression in plants. *Annu Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol.* 47: 509-540.

Krapp, A., Hofmann, B., Schafer, C., Stitt, M. 1993. Regulation of the expression of rbc and other photosynthetic genes by carbohydrates: a mechanism for the sink regulation of photosynthesis. *Plant J*, 3: 817-828.

Labavitch, J.M. 1981. Cell wall turnover in plant development. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 32: 385-406.

Lerouge, P., Roche, P., Faucher, C., Maillet, F., Truchet, G., et al. 1990. Symbiotic host-specificity of *Rhizobium meliloti* is determined by a sulphated and acylated glucosamine oligosaccharide signal. *Nature*, 344: 781-784.

Mackintosh, C., Mackintosh, R.W. 1994. Inhibitors of protein kinases and phosphatases. *Trends Biochem Sci*, 19: 444-448.

Martin, T., Hellman, H., Schmidt, R., Willmitzer, L., Frommer, W.B. 1997. Identification of mutants in metabolically regulated gene expression. *Plant J*, 11: 53-62.

McDougall, G., Fry, S.C. 1990. Xyloglucan oligosaccharides promote growth and activate cellulase: evidence for a role of cellulase in cell expansion. *Plant Physiol.*, 93: 1042-1048.

Mertz T. Edwin. 1983. *Bioquímica*. Ed. Publicaciones Culturales S.A. México D.F.

Meyes, A. Meter, Murray, K. P., Granner, K.D. y Rodwell, W.V. 1999. *Bioquímica de Harper*, Edición 14 ed. El manual moderno. México D.F. Santa Fe de Bogotá.

Nemeth.K., Salchert K., Putnoky P., Balerao. R., R., Koncz-Kalman Z., Stanovic-Stangeland.B., Laazlo-Bako, Mathur, J., Okreenz L., Stabel S. et al. 1998. Pleiotropic control of glucose and hormone responses by PRLI, a nuclear WD protein, in *Arabidopsis*, *Genes Dev.* 12: 3059-3073.

Pego, JV., Waisbeek, PJ., Smeekens, SCM. 1999. Mannose inhibits *Arabidopsis* germination via a hexokinase-mediated step. *Plant Physiol.*, 119: 1017-1023.

Prieto, R. y E. Narro F. 1990. Fertilizante Enraizador y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa (*solanum tuberosum* L.) del siglo XXIII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Comarca Lagunera. p. 93.

PRODUCCIÓN VEGETAL 2004. <http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/CpapaGeneralidades.html#requerikientos%20edfoclimaticos>

Reyes, A. 2003. Estudio de Oligosacaridos en el cultivo del manzano (Golden Delicious) bajo las condiciones ecológicas de la sierra de Arteaga Coah. Congreso Nacional de Horticultura, Chapingo.

Reyes, A., López, R., Rojas, A. 2003. Los oligosacáridos en el rendimiento de los cultivos de papa y maíz. 2003. Congreso Nacional de Horticultura, Chapingo.

Reyes, A., Rodríguez, E., Macias, H., Pelcastre, J. 2003. Evaluación de ologosacaridos en la floración asi como en el cuajado de naranja “valencia tardia” (*Citrullus sinensis* L.) 2003. Congreso Nacional de Horticultura, Chapingo.

Roitsch, T. 1999. Source-Sink regulation by sugar and stress. *Curr. Opin. Plant biol.* 2: n198 – 206.

Rojas Garcidueñas. V. 1995. Manual de herbicidas y fitoreguladores aplicación y uso de productos agrícolas. Tercera Edición, México, España, Venezuela, Colombia. pp. 119-120.

Ruiz, O. 1979. Tratado Elemental de Botánica. Ed. E.C.H.A.L. S.A. p. 80.

Sheen, J., L. Zhou and Jyun-Chyun, J. 1999. Sugars as signaling molecules. *Curr. Opin. in Plant biol.* 2: 410 – 418.

Skoog, F., and Miller, C.O. 1957. *Symp. Exp. Biol.* 15, 118-131.

Cousson, A. Y and Trinh Van, K. 1983. *Pl. Physiol.* 72, 33-36.

Smeekens, S., Rook, F. 1997. Sugar sensing ans sugar-mediated signal transduction in plants. *Plant Physiol.*, 115: 7-13.

Solis Bernal.2002. Evaluación de la aplicación de Enerplant en el cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum*) cv. Atlantic en la Pequeña Agrícola Gapa EN Galeana NL.

Taiz, L. 1984. Plant cell expansion: regulation of cell mechanical properties. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 35: 585-657.

Tang, G. O., Luscher, M., Sturm, A., Antisense repression of vacuolar and cell wall invertase in transgenic carrot alters early plant development and sucrose partitioning. 1999. *Plant Cell*, 11:177-189.

Zenke, FT., Engels, R., Vollenbroich, V., Meyer, J., Hollenberg, CP., Breuning, KD. 1996. Activation of Gal4p by galactose-dependent interaction of galactokinase and Gal80p. *Science*, 272: 1662-1665.

Zhou, L., Jang, JC., Jones, TL., Sheen, J. 1998. Glucose and ethylene signal transduction cross-talk revealed by an arabidopsis glucose insensitive mutant. *Proc Natl acad sci USA*, 95: 10294-10299.

Weaver. J.R. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México pp. 143-172.

Wheler, R.M. and T.W. Tibbits, 1986. Growth and Tuberization of potato (*Solanum Tuberosum* L.) Under Continuous light *Plant Physiol* 80 (5): 901-904.

Zermeño González. H. 1991. Mejorador de suelo y reguladores de crecimiento en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) Derramadero, Coahuila. UAAAN. pp. 14-15.

APENDICE

Cuadro 1 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Rendimiento Total.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	449.57025	449.57025	46.96	0.0024
Bloques	4	23.79846	5.949615	0.62	0.6719
Error	4	38.2911	9.572775		
Total	9	511.65981	56.85109		
C.V. = 8.981886					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	41.152 A
1	27.742 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 9.0095	

Cuadro 2 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Rendimiento 1° (primeras).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	8.22649	8.22649	31.30	0.0050
Bloques	4	0.18246	0.045615	0.17	0.9409

Error	4	1.05146	0.262865
Total	9	9.46041	1.05115667
C.V. = 19.01015			

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.604 A
1	1.79 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 1.493	

Cuadro 3 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Rendimiento 2° (segundas).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	4.19904	4.19904	9.42	0.0373
Bloques	4	15.5003	3.875075	8.70	0.0297
Error	4	1.78246	0.445615		
Total	9	21.4818	2.38686667		
C.V. = 12.57145					

Tabla de Mdias	
Tratamiento	Media
2	5.958 A
1	4.662 B
Nivel de Significancia = 0.05	
Tukey = 1.1722	

Cuadro 4 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Rendimiento 3° (terceras).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	24.11809	24.11809	12.60	0.0238
Bloques	4	2.5889	0.647225	0.34	0.8408
Error	4	7.65926	1.914815		
Total	9	34.36625	3.81847222		
C.V. = 14.63531					

Tabla de Mdias	
Tratamiento	Media
2	11.008 A
1	7.902 B
Nivel de Significancia = 0.05	
Tukey = 2.4299	

Cuadro 5 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Rendimiento 4° (cuartas).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	75.90025	75.90025	10.12	0.0335
Bloques	4	41.46244	10.36561	1.38	0.3808

Error	4	30.003	7.50075
Total	9	147.36569	16.3739656
C.V. = 24.54297			

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	13.914 A
1	8.404 B
Nivel de Significancia = 0.05	
Tukey = 4.8082	

Cuadro 6 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Desecho.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	7.07281	7.07281	39.84	0.0032
Bloques	4	0.7407	0.185175	1.04	0.4842
Error	4	0.71014	0.177535		
Total	9	8.52365	0.94707222		
C.V. = 7.23346					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	6.666 A
1	4.984 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 1.2269	

Cuadro 7 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Tallos por Metro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	11.025	11.025	23.84	0.0081
Bloques	4	7.35	1.8375	3.97	0.1050
Error	4	1.85	0.4625		
Total	9	20.225	2.24722222		
C.V. = 6.83491					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	11A
1	8.9 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 1.9803	

Cuadro 8 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Tubérculos por Tallo.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	0.4	0.4	1.50	0.2885
Bloques	4	0.626	0.1565	0.59	0.6919

Error	4	1.07	0.2675
Total	9	2.096	0.23288889
C.V. = 25.60416			

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	2.22 A
1	1.82 A
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 1.5061	

Cuadro 9 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Emergencia (25 de abril del 2004).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	93.025000	93.025000	36.84	0.004
Bloques	4	17.500000	4.375000	1.73	0.304
Error	4	10.100000	2.525000		
Total	9	120.625000	13.402778		
C.V. = 8.045695					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	22.8 A
1	16.7 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 4.6271	

Cuadro 10 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Emergencia (9 de mayo del 2004).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	28.9	28.9	26.57	0.0067
Bloques	4	15.85	3.9625	3.64	0.1191
Error	4	4.35	1.0875		
Total	9	49.1	5.45555556		
C.V. = 3.131630					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	35 A
1	31.6 B
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 3.0367	

Cuadro 11 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Altura (25 de abril del 2004).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	2.51001	2.51001	5.13	0.0862
Bloques	4	7.46526	1.866315	3.81	0.1115

Error	4	1.95754	0.489385
Total	9	11.93281	1.32586778
C.V. = 13.8884			

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	5.538 A
1	4.536 A
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 2.0371	

Cuadro 12 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Altura (9 de mayo del 2004).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	9.72196	9.72196	13.74	0.0207
Bloques	4	2.7598	0.68995	0.98	0.5094
Error	4	2.82984	0.70746		
Total	9	15.3116	1.70128889		
C.V. = 8.158161					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	11.296 A
1	9.3240 B
Nivel de Significancia = 0.05	
Tukey = 1.477	

Cuadro 13 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Firmeza.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	3.03195312	3.03195312	0.64	0.4358
Bloques	4	146.5280469	36.6320117	2.07	0.0858
Error	4	70.93929688	17.7348242		
Total	9	220.4992969	24.4999219		
C.V. = 22.84266					

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
1	9.8281 A
2	9.2125 A
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 2.2656	

Cuadro 14 A. Análisis de Varianza y Tabla de Medias de la variable Sólidos Solubles.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	0.18	0.18	0.69	0.4178
Bloques	4	5.23875	1.3096875	1.35	0.2857

Error	4	3.89	0.9725
Total	9	9.30875	1.03430556
C.V. = 7.75283			

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	6.6438 A
1	6.4938 A
Nivel de Significancia = 0.01	
Tukey = 0.5305	

Cuadro 15 A. Coordenadas de Cromaticidad (L*,a*,b*) por Tratamiento.

Rep	Testigo			Oligosacáridos		
	L	a*	b*	L	a*	b*
1	56.112	20.324	27.162	65.24	15.184	19.266
2	61.606	27.774	22.328	53.818	15.094	27.682
3	59.088	26.962	22.864	62.742	1.876	37.448
4	59.682	29.946	24.114	66.986	2.382	35.076
5	51.088	24.868	30.15	65.828	4.74	21.044
6	53.846	27.25	27.25	54.942	12.29	19.704
7	56.428	29.26	29.26	65.768	7.604	21.776
8	51.89	22.068	26.796	56.852	10.494	25.586
9	56.378	25.864	27.418	66.604	6.42	35.846
10	49.658	23.744	25.928	70.828	2.796	29.714
11	62.268	19.398	20.144	61.14	2.704	33.858
12	59.768	7.822	37.432	60.786	1.776	36.59
13	66.344	21.552	21.476	67.828	1.69	34.614
14	65.056	5.036	35.966	61.756	3.242	35.956
15	53.028	21.158	25.52	61.924	2.164	38.378
16	57.924	15.756	26.528	62.2	1.606	36.14