



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Junio 30, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
FRANCISCO JAVIER LAMAS SANCHEZ _____ titulada,
"PRODUCCION DE FORRAJE CON EL SISTEMA HIDROPONICO GERMINADOR INDUCTIVO DE
GRANOS."

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la misma.

DIRECTOR.

ING. RICARDO RAMIREZ MELÉNDEZ.

ASESOR

ING. HÚBERTO MARTINEZ HERREJÓN.

ASESOR

ING. ELENIO FÉLIX FREGOSO.

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Siempre existe un momento en la vida de un hombre, durante el cual reflexiona y piensa como ha construido su propia vida.

Debe reconocer, que no lo ha logrado sólo, sino -- gracias al apoyo, cariño y formación de nuestros -- padres, nuestros hermanos, nuestros maestros y amigos.

A todos ellos, mi mas sincero agradecimiento y respeto.

Ahora, debo cumplir con responsabilidad la obligación que he adquirido y demostrar con hechos mi -- gratitud, de la misma forma que hicieron conmigo.

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	4
I HISTORIA Y EVOLUCION DE LA HIDROPONIA.....	6
II PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA HIDROPONIA..	11
- LOS PRINCIPIOS.....	11
- LOS FUNDAMENTOS.....	13
1.-FACTORES AMBIENTALES.....	13
2.-SUBSTRATOS.....	18
3.-AGUA.....	19
4.-ELEMENTOS NUTRITIVOS.....	20
5.-SOLUCIONES NUTRITIVAS.....	22
- IMBIBICION	
1.-LA CELULA COMO SISTEMA COLOIDAL HIDRO FILC.....	24
2.-FENOMENOS OSMOTICOS EN LA CELULA.....	26
3.-ABSORCION DE AGUA.....	27
4.-METABOLISMO BASICO.....	28
5.-LAS ENZIMAS.....	29
III SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPCNICO.....	33
IV APLICACIONES DE LA HIDROPONIA.....	35
V VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA HIDROPONIA....	37
VI EL SISTEMA DE PRODUCCION DE GERMINADOS.....	40
VII CULTIVO DE LA CEBADA.....	42
VIII MODULO GERMINADOR INDUCTIVO DE GRANOS.....	44
IX TIPOS DE CONSTRUCCION.....	46
1.-TIPO CUBO.....	46
2.-TIPO SEMI-CIRCULAR.....	47

X	COMPONENTES DEL MÓDULO GERMINADOR	48
	a) OBRA CIVIL.....	48
	b) ESTRUCTURA.....	48
	c) CUBIERTAS.....	48
	d) EQUIPO ELECTROMECANICO.....	49
	e) EQUIPO DE GERMINACION.....	51
XI	EL SISTEMA DE GERMINACION.....	53
	a) SIEMBRA.....	53
	b) TIPO DE SEMILLA UTILIZADA.....	53
	c) METODO DE SIEMBRA.....	54
	d) DENSIDAD DE SIEMBRA.....	54
	e) FERTILIZACION.....	54
	f) RIEGOS.....	55
	g) CUIDADOS.....	55
	h) COSECHA.....	56
XII	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL MÓDULO.....	57
XIII	PRODUCCION DEL MÓDULO GERMINADOR.....	59
XIV	ANALISIS BROMATOLÓGICO.....	61
XIV.1	COMPARACION CON OTROS ALIMENTOS.....	62
XV	INSUMOS NECESARIOS.....	63
	1.-SEMILLA.....	63
	2.-FERTILIZANTES.....	63
	3.-RIEGOS.....	63
	4.-TEMPERATURA.....	64
	5.-HUMEDAD RELATIVA.....	64
	6.-ILUMINACION.....	64
XVI	PRESUPUESTOS DE INSTALACION.....	65
XVII	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA.....	66
XVIII	RESULTADOS.....	67
XIX	COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.....	68
	- BIBLIOGRAFIA.....	70

I N T R O D U C C I O N

La Hidroponia (de Hidro y Ponia, en contraposición a Geoponia : del griego Geoponéin = cultivar la tierra) es un sistema de cultivo de las plantas sin necesidad de que sean puestas a vegetar como es natural, en un suelo común.

La función del terreno, que es la de la nutrición - hídrica y mineral y de anclaje de las plantas, es desempeñada por una solución nutritiva y por un medio cualquiera, para que permita el sostenimiento de las plantas.

Se denominan Hidropónicos, o sin suelo, pues, aquellos cultivos que se efectúan en un medio completamente artificial, que puede estar constituido o por una solución nutritiva o por un substrato sólido, poroso e inerte a través del cual se hace circular la solución nutritiva.

Los fundamentos sobre los cuales se basa la Hidroponia son extremadamente simples. Son consecuencia del conocimiento de los principios fisiológicos que regulan el crecimiento vegetal; conocimiento que ha permitido invertir el sistema natural de crecimiento de las plantas : en lugar de poner éstas en el terreno, en cuya solución circulante encuentran alimento, es la solución nutritiva la que es puesta a disposición de su aparato radical..

La inversión del sistema, ofrece, desde el punto de vista nutricional innegables ventajas. Si es cierto, como lo es, que la nutrición mineral de las plantas es uno de los factores más importantes de crecimiento y uno de los factores más difíciles de controlar; con la Hidroponia, todo problema de nutrición mineral desaparece, pudiendo ser la alimentación perfecta y totalmente controlada durante todo el ciclo vegetativo de las plantas y adaptada a las variables exigencias que las diferentes especies presentan en las diversas fases de su desarrollo.

Los cultivos Hidropónicos representan un gran avance en la técnica y pueden ser utilizados, tanto en las grandes explotaciones, como en las pequeñas y medianas, presen -

tando bastantes ventajas sobre los cultivos clásicos en tierra.

Para el desarrollo del sistema, es necesario completarlo con otros avances científicos tales como: la regulación de la temperatura en los invernaderos, la iluminación, las formas de cultivo, los sistemas de riego, etc., conseguidos en los últimos años.

Con ayuda de este método no solo se mejora la cosecha en cantidad, peso o calidad, sino que se ha comprobado que se aumenta también la productividad en el trabajo, con la consiguiente reducción de la mano de obra. También son mucho menores las exigencias a los horticultores, una vez que el sistema ha sido llevado a cabo, puesto que muchas de las actividades a realizar pueden automatizarse.

Algunos agricultores rechazan, por principio, los nuevos métodos de cultivo. Los adelantos han sido llevados a cabo siempre por unos pocos propietarios de explotación que, a su clarividencia, unen el aceptar los riesgos que representa en sus comienzos toda nueva técnica.

La producción de forraje con el sistema del Germinador Inductivo de Granos, está basado en la Hidroponía, dado que no se utiliza ningún sustrato especial para realizar la siembra y los elementos nutritivos son suministrados en solución con el agua de riego. Podemos decir que, prácticamente, la semilla de cebada se encuentra directamente en la solución nutritiva que le proporciona el alimento necesario durante el tiempo que dura el proceso germinativo hasta la cosecha.

En este caso especial de producción de alimento germinado de cebada, el ciclo vegetativo de la planta no es completo, sino que es de tan solo siete días, al cabo de los cuales, de acuerdo al análisis bromatológico, la plántula presenta su mayor contenido proteínico y alimenticio. Bajo estas condiciones, el germinado puede ser cosechado y proporcionado al animal para su consumo inmediato.

Dadas las múltiples ventajas y la gran flexibilidad que el sistema de cultivo Hidropónico presenta, se ha ce necesario iniciar investigaciones que permitan evaluar la, técnica y económicamente para diferentes usos y diversos cultivos.

La Hidroponia, como sistema de producción, presenta diferentes posibilidades de aplicación para distintas' situaciones ecológicas, económicas y sociales que también en México se presentan; es por eso que decimos que el Módulo Germinador Inductivo de Granos es una buena alternativa de solución al problema nutricional del país.

O B J E T I V O

El presente, pretende dar a conocer un sistema de producción, que por sus características especiales se presenta como una buena alternativa de solución al problema de la escasez de forraje para la alimentación del ganado.

La problemática nacional debida a la deficiencia en la producción de alimentos, obliga a buscar sistemas que coadyuven a subsanar ese déficit tan importante en la economía del país.

Este sistema, basado en la Hidroponia, permite obtener una producción constante de alimentos durante todo el año, una vez que se han completado las siembras de acuerdo a la metodología. Este aspecto es de primordial importancia en aquellas zonas donde la ganadería se ve truncada por la agricultura y ésta, a su vez, se ve afectada por factores edáficos y ambientales que en ocasiones nulifican total y parcialmente los cultivos destinados a incrementar el desarrollo de la industria pecuaria.

El problema de los factores edáficos y ambientales adversos, no representan un obstáculo en este sistema, ya que el módulo germinador se encuentra aislado herméticamente y térmicamente del exterior y no se requiere de ningún sustituto para el desarrollo del cultivo, por lo cual, resulta un sistema eficaz en aquellas regiones propicias para la agricultura donde no se puede realizar agricultura tradicional.

Como se menciona anteriormente, el propósito fundamental de este trabajo, es mediante el conocimiento del mismo, crear la conciencia de luchar para buscar soluciones a uno de los problemas más graves e importantes, como lo es la producción de alimento, que en un momento dado tendrá que ser sin escatimar esfuerzo alguno.

El sistema de producción que se presenta, ya se utiliza con bastante éxito en otros países, en los que se manifiestan condiciones ambientales y problemas de nutrición animal similares a las de México. El germinador inductivo de granos, permite obtener un producto de excelente calidad alimenticia en un tiempo relativamente corto.

En el estado de Puebla, se iniciaron los trabajos al respecto y considero que es importante dar difusión a este sistema; dado que los resultados obtenidos son satisfactorios y Jalisco tiene zonas ganaderas de relevancia, es obligación de todas aquellas personas que laboramos en el Sector Agropecuario, difundir y poner en práctica los métodos y sistemas que beneficien y pretendan incrementar la producción nacional.

I.- HISTORIA Y EVOLUCION DE LA HIDROPONIA

Si es posible en la actualidad controlar perfectamente el crecimiento de una planta cultivada por medio de una solución nutritiva, esto se debe a los estudios y a las investigaciones de los hombres de ciencia.

Los comienzos del cultivo Hidropónico se remontan al siglo XVII; hacia el año 1650 se creía que las plantas formaban las substancias nutritivas a partir del agua, conformando esta teoría un ensayo efectuado por -- Van Helmont en un cultivo con recipientes especiales.

Helmont plantó un esqueje de sauces en dichos recipientes rellenos de tierra y tras regarlos únicamente con agua de lluvia durante cinco años, comprobó su desarrollo; resultó que mientras la tierra había disminuido solamente en unos 62 gramos, el peso del sauce aumentó en 164 libras. A tan sorprendente resultado dio él -- como explicación que el agua solo había dado al sauce -- las substancias nutritivas necesarias.

A principios del siglo XVIII expresó Woodward, -- por el contrario, su teoría de que era la tierra y no el agua la que suministraba los elementos a las plantas; basándose a los resultados de sus experimentos con hierbabuena efectuados en 1699, en un cultivo de agua, comprobó en el transcurso de éstos, que al añadir al cultivo -- en agua, tierra de jardín, se mejoraba en forma notable el desarrollo de las plantas.

La idea del cultivo en agua fue continuada por Du Hamel en 1758, quien puso a germinar semillas de diversas plantas entre dos esponjas húmedas y colocó las pequeñas plántulas en unas botellas llenas con agua filtrada y con una solución nutritiva de baja concentración, de forma que las raíces estuvieran sumergidas en la solución y basándose en los buenos resultados del cultivo -- que se obtuvieron en las plantas de la solución nutritiva, llegó finalmente a la conclusión de que las plantas -- no solamente tomaban simple agua, sino también otros elementos disueltos.

Los resultados obtenidos en los múltiples ensayos efectuados por Du Hamel, en cultivos en agua, fueron repetidos por numerosos científicos, motivando nuevas experiencias. Así pues fueron efectuados ensayos por Hassenfratz y De Saussure, Davy, Trinchinetti, Schlosserber y Herth, en busca de la solución nutritiva óptima.

La famosa publicación de Justus Von Liebig, en 1840, sobre la Química y sus aplicaciones a la Agricultura y a la Fisiología, con la cual se pone en evidencia la función del terreno, de proporcionar a la planta ciertos elementos químicos y el agua, despertó el interés de los estudiosos.

Después de los trabajos básicos realizados por C. Sprengel y Justus Von Liebig los cultivos en agua tuvieron una gran difusión.

Con la ayuda de las correspondientes soluciones nutritivas se pudo estudiar la influencia de los diversos elementos en el desarrollo de las plantas.

A los químicos agrícolas alemanes Sachs y Knops, cabe el mérito de haber impulsado en 1857, esta segunda y decisiva fase de la técnica del cultivo en agua; así pues, a ambos científicos se les considera los fundadores de dicho sistema.

Knop y Sachs, perfeccionaron notablemente el sistema de cultivo. Eliminaron el sustrato y usaron una solución nutritiva controlada, en la cual, estaban presentes todos los elementos que se consideraban necesarios para el crecimiento de la planta.

La técnica expuesta por Sachs, ha sido sucesivamente y aún actualmente empleada en laboratorio como medio de investigación para el conocimiento de fundamentales problemas de fisiología vegetal y en particular aquellos relativos a la nutrición mineral.

Gracias a este sistema, ha sido posible localizar también una serie de elementos, que si bien son absorbidos en cantidades infinitesimales, son necesarios para su crecimiento.

Con el mismo sistema, han sido aclarados otros problemas de naturaleza fisiológica relativos a la interacción entre los diversos elementos, sus concentraciones relativas, los límites de presión osmótica dentro de los cuales se tiene la mejor absorción, el grado óptimo de acidez del medio, las exigencias de respiración del aparato radical, etc.

En los años siguientes, Handke, Stohmann, Nobbe, -- Pfeffer, V. D. Crone y Hoagland, fueron los más importantes investigadores que impulsaron estos sistemas. Sus ensayos, así como numerosos trabajos nuevos, se dedicaron en especial al suministro de macro y micronutrientes, al óptimo de concentración para las soluciones, así como el equilibrio más apropiado entre las sustancias nutritivas de las principales plantas agrícolas. Estas cuestiones son aún en día, de actualidad.

Actualmente los conocimientos sobre las necesidades nutricionales de las plantas aumentan y se perfeccionan notablemente, sobre todo con el descubrimiento de las funciones indispensables, que en dosis mínimas, se desarrollan de ciertos micronutrientes. Bertrand, Jvillier, Mc Hargue. Agulon, Mazé, Warrington, Arnon y otros investigadores, indagán sobre las funciones y el papel biológico de tales microelementos, que entran en todas las fórmulas de solución nutritiva empleadas.

Mientras que las nuevas experiencias de cultivo se han denominado "cultivos" Hidropónicos, no fueron utilizadas en Alemania sino en trabajos científicos de investigación, mientras que en Norteamérica se mejoraron las técnicas y métodos haciéndolos aplicables a la práctica comercial y ya en 1921 efectuaron Pember y Adams ensayos con clavel en invernaderos : "Cultivo en Arena".

En 1929 se desarrolló el sistema de "Cultivo en Balsa", según el sistema Hidropónico, por F. Gericke y sus colaboradores, en la estación experimental de Agricultura (California) comenzando también a usar este método en la práctica hortícola.

Los trabajos de Gericke encontraron gran interés en un amplio círculo de investigadores dentro y fuera de América y sirvieron de camino a seguir en el posterior desarrollo de las técnicas de cultivo Hidropónico.

Después, en 1936, fue desarrollado un tercer método de cultivo Hidropónico en la estación experimental de Agricultura : "El Cultivo en Grava " .

Va en esta época, se ocupaban numerosos investigadores de los problemas de los cultivos Hidropónicos, destacan de los trabajos de Arnon, Biebel, Biekart, Connors, Dunlap, Eaton, Ellis, Hoagland, Kiplinger, Henry, Laurie, Phillips, Robbins, Shive, Swaney, Turner y Whithrow.

Mientras que en Norteamérica, el desarrollo del cultivo en agua de forma experimental al cultivo Hidropónico - práctico en las explotaciones, ha tenido lugar en muy pocos años, en Europa todo está ocurriendo más lentamente.

Animados por las publicaciones americanas, pronto comenzó en Europa un intensivo trabajo de investigación, experimentando los sistemas conocidos bajo las condiciones -- particulares de cada lugar y mejorando de esta forma, dichos métodos, gracias a los resultados obtenidos, tales como la fertilización sobre el sustrato, el riego automático, el abonado de las macetas por capilaridad y el cultivo en turba.

En 1955 tuvo lugar, como final del XIV Congreso Internacional de Horticultura en Schveningen, una reunión de todos los investigadores dedicados a los cultivos Hidropónicos, en la cual se decidió la fundación del "Círculo Internacional de Trabajo en Cultivos Hidropónicos " el cual tiene como fin, a través del intercambio de los conocimientos científicos y del planteamiento conjunto de la investigación, trabajar en los problemas de los cultivos Hidropónicos, bajo unas bases internacionales y acelerar la transmisión de los resultados obtenidos en la práctica.

El deseo de unificar las numerosas tierras y mezclas de tierras utilizados en horticultura y por otra parte el de simplificar las técnicas del cultivo hidropónico, condujo, desde poco después de la última guerra, al desarrollo del cultivo en "Turba", puesto que ésta sirve muy bien como soporte de la solución.

Sin embargo, el desarrollo del sistema hidropónico aún no ha terminado y es posible que el uso de las sustancias sintéticas, utilizadas como substrato, tengan una gran importancia en un tiempo no lejano, en los cultivos hidropónicos.

Por último, si miramos más adelante, cuando a fines del siglo la población del globo se habrá casi doblado, no podemos menos de considerar los actuales primeros pasos de la hidroponía como algo mucho más importante dada la supervivencia humana, que los simples ensayos con fines de investigación o de conveniencia económica. En el futuro, la hidroponía habrá de tener una difusión tal vez ilimitada. Este sistema está fundado como hemos dicho, sobre principios científicos y por lo tanto, puede beneficiarse más fácilmente de todos los constantes progresos de la ciencia.

II.- PRINCIPIOS Y FUNDAMENTOS DE LA HIDROPONIA

LOS PRINCIPIOS.-

Por lo que se refiere al ambiente edáfico, la productividad de una planta depende de la posibilidad de que éste encuentre las condiciones físicas, hídricas, químicas y fitosanitarias más idóneas.

Cuando estas condiciones no subsistan naturalmente - en un terreno, o su repetida utilización agraria o la acción de otros factores hayan determinado una degradación del mismo, se recurre, para reponerlas, a todas las operaciones conocidas que marca la Agronomía, tales como : labores, abonado, irrigaciones, desinfecciones, etc.

El principio sobre el cual se fundan los cultivos Hidropónicos es esencialmente el de substituir el terreno común por un sustrato artificial, en el cual, las condiciones antedichas puedan ser realizadas, establemente y a niveles óptimos, de la manera que permita, además, eliminar totalmente la acción de todos aquellos factores que en el terreno, - por las diversas propiedades que lo caracterizan, llevan inevitablemente a continuas modificaciones de su equilibrio físico, químico, hídrico y fitosanitario.

Por lo que respecta a las características físicas, - el sustrato que se utiliza en Hidroponia - cuando éste sea sólido - permite, debido a su porosidad, las mejores condiciones de respiración por el aparato radical, condiciones -- que, tratándose del sustrato líquido, tienen que ser aseguradas por dispositivos particulares, a través de los cuales se provee una continua aireación.

Las mejores condiciones químicas son aseguradas mediante el empleo de soluciones específicamente adecuadas, no solamente a las exigencias nutricionales de la especie bajo cultivo, sino también de acuerdo al estado de desarrollo en el cual se encuentra la planta.

Desde el punto de vista hídrico, en hidroponia se realizan las condiciones ideales para las exigencias de la planta, la cual además viene a desarrollar su actividad biológica en condiciones fitosanitarias óptimas.

Por otra parte, la planta no puede acusar aún -- cuando se cultive repetidas ocasiones una misma especie, -- ningún síntoma de "cansancio" puesto que la renovación de la solución nutritiva hace imposible, bajo cualquier punto de vista, que se verifique este fenómeno.

LOS FUNDAMENTOS.-

1.- FACTORES AMBIENTALES.-

Con ayuda del cultivo, Hidropónico, es posible, cuando se efectúa correctamente, el suministro de agua y sustancias nutritivas a las plantas de forma óptima. Por éste sistema se obtienen los medios para un rápido desarrollo, buen estado sanitario, facultad de resistencia y alta producción. No obstante, deben ser apropiados también, los demás factores del crecimiento, para que los nuevos métodos pueden ser aplicados, obteniéndose los resultados indicados. Lo que anteriormente se menciona es decisivo en Horticultura para el éxito económico de los cultivos Hidropónicos, por lo cual se estudia ya de forma intensiva como situar los factores ambientales lo más convenientemente posible para el mejor resultado en estos cultivos.

Los factores más importantes son : Temperatura, Luz, Aporte de CO_2 , Humedad y Contenido de Oxígeno en la zona de las raíces. Con relación a éstos puntos, se hacen a continuación algunas observaciones en sus fundamentos.

1.1. TEMPERATURA.-

Si bien existen numerosos datos sobre las exigencias de la temperatura ambiente del aire en las principales plantas, es todavía poco conocida la influencia de la temperatura del suelo en el desarrollo de las plantas, jugando esto último, no obstante, un importante papel según las nuevas técnicas. Muy bajas temperaturas en la zona de las raíces impiden la absorción del agua y elementos nutritivos, pudiendo causarse marchitamiento y clorosis; también temperaturas demasiado altas son causantes de daños, de tal manera que, temperaturas en el suelo superiores a $38^{\circ}C$, perjudican considerablemente el desarrollo de las plantas.

La reacción frente a las altas temperaturas es bastante diferente según las distintas especies de plantas. - En zonas tropicales y sub-tropicales, representa una eficaz medida el bajar la temperatura del substrato para mantener las plantas sanas; para esto se pueden utilizar las técnicas de acolchado, riego del suelo sombreado, refrigeración y humidificación del aire.

En zonas de clima frío, el calentamiento del substrato en los cultivos hidropónicos suele tener un efecto positivo. A través del método conocido como "Pies Calientes", se activa el desarrollo de las raíces por el estado sanitario de las plantas, siempre que no sobrepasen las temperaturas óptimas.

Sobre las ventajas del precalentamiento de las soluciones nutritivas en los cultivos hidropónicos, existen diferentes opiniones.

Se obtuvo sensible aumento en una cosecha de tomate en cultivo hidropónico, calentando la solución a 27°C. Sin embargo se considera que un calentamiento de la solución a 20 - 25°C es apropiado. La temperatura de calentamiento no debe ser más baja que la del ambiente.

No obstante, para los cultivos exigentes en calor, que no pueden ser suficientemente calentados, es muy efectivo un ligero precalentamiento de la solución.

Por medio del montaje de una tubería de calefacción en el tanque de las soluciones puede obtenerse esto último en forma fácil y económica. Un calentamiento demasiado fuerte de la solución causa problemas puesto que algunas sales pueden cristalizarse, lo cual da lugar a alteraciones en la composición de la solución nutritiva. Por otra parte, al aumentar la temperatura de la solución, disminuye la capacidad de absorción de oxígeno, lo cual tiene efectos negativos, especialmente en substratos pobres de aire.

1.2 Origenación del Sistema Radical.-

Una importante condición para el éxito en los cultivos hidropónicos, en la respiración suficiente de las raíces. El empleo de un sustrato con estructura estable, muy poroso y la aireación complementaria de la solución, evitan el peligro de la falta de oxígeno en la zona radical siendo ésta aún menor que la obtenida en los suelos naturales.

Debe tenerse en cuenta que a causa de las altas exigencias en oxígeno del sistema radical de algunas plantas, solo puede recomendarse con grandes reservas algunos sistemas de cultivo hidropónico que no permiten una perfecta oxigenación del sustrato, por ejemplo, el sistema por irrigación automática.

1.3 Luz.-

Durante los meses de invierno, la luz es generalmente insuficiente para un desarrollo óptimo durante el crecimiento. Una iluminación complementaria beneficia durante esta época del año, el desarrollo de los cultivos más exigentes en luz. En muchos casos, es suficiente con mejorar la utilización de la energía solar, por medio de un correcto emplazamiento de los invernaderos, eligiendo las construcciones que permitan mejor iluminación, limpiando las cubiertas transparentes y utilizando la más apropiada composición en las soluciones nutritivas.

En la decisión sobre la rentabilidad de la iluminación artificial, se debe distinguir entre aquella que únicamente debe producir un cambio de la fase vegetativa y que, por lo tanto, solamente precisa una pequeña intensidad luminosa y la que deba producir un fuerte aumento en la capacidad de asimilación y por lo tanto, exija una fuerte intensidad luminosa.

Cuando no existe la posibilidad de utilizar la luz artificial, se puede aumentar el aprovechamiento de la iluminación solar en los meses más pobres de luz, modificando la composición de las soluciones. La concentración de éstas puede, en general, elevarse un poco así como el contenido de potasio.

Durante los meses de verano, muchas plantas, por el contrario, deben ser protegidas de los intensos rayos solares por medio del sombreado, aunque el dar sombra en forma permanente tiene un mal efecto que cuando se efectúa solamente durante el medio día.

1.4. Humedad Ambiente.-

Para mantener las más adecuadas condiciones de asimilación es de gran importancia el sostenimiento de una humedad ambiente suficiente, puesto que ésta ejerce una influencia directa en el trabajo que desempeñan los estomas. En el caso de que no existiera suficiente humedad ambiente no sería posible la absorción de CO_2 y, por lo tanto, no tendría lugar la asimilación. En este sentido, son especialmente exigentes las plantas con un gran sistema foliar, pues transpiran mucha agua. -- Otras muchas plantas sufren detención en su vegetación cuando cultivadas en un invernadero con calefacción, -- no poseen un gran higrométrico suficiente. Con la humidificación del aire se puede evitar esto hasta un cierto grado y, por lo tanto, incrementar el crecimiento. La forma más usual de acelerar la hidrometría es por medio del riego de los pasillos y de la superficie de las hojas.

En los invernaderos con calefacción se debe conseguir mantener la humedad ambiente entre 75 y 90 %.

1.5. Fertilización Carbónica.-

El contenido natural de CO_2 en el ambiente del invernadero, suele ser en muchas ocasiones insuficiente para alcanzar una elevada asimilación y crecimiento. Ocurre esto principalmente en las plantas con mucho follaje y de rápido crecimiento, cuando en los meses de invierno no es posible airear suficientemente el invernadero.

Es por esto que en la hortofloricultura se esfuerza en mantener la producción de gas carbónico por medio de grandes aportes de estiércol de cuadra, compost y turba.

Mientras que en los cultivos normales en tierra puede garantizarse una buena producción de gas carbónico por medio de los abonados orgánicos, no ocurre lo mismo en los cultivos hidropónicos.

Es recomendable una dependencia entre el aporte CO_2 y la intensidad lumínica; en caso de que la luminosidad sea baja el suministro de CO_2 deberá ser interrumpido.

Entre las más frecuentes fuentes de CO_2 que se utilizan actualmente, se encuentra el petróleo, el gas propano y las botellas de CO_2 .



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

2.- SUBSTRATOS. -

Junto a un buen suministro de aguas y elementos nutritivos, tiene una gran importancia en los cultivos hidropónicos, la respiración de las raíces. Son pues, solo aptos como substratos en estos cultivos aquellas materias¹ que a causa de su granulometría y estabilidad estructural, ofrecen la posibilidad de una aireación elevada.

Se debe procurar, en la zona de las raíces, una proporción del 30 % de materiales y un 70 % de espacio vacío,¹ el cual será ocupado a partes iguales por aire y agua, pudiendo reducirse la parte sólida del substrato hasta en un 10 %.

Mientras más elevada es la capacidad de retención de agua del substrato, menos frecuentes deben ser los riegos; además, no debe dificultarse la parte porosa ocupada por aire, es decir, que deben existir bastantes macroporos. Se¹ puede obtener una porosidad óptima, mezclando de forma apropiada, materiales compactos con otros porosos y de gránulos gruesos; también se pueden obtener los mismos resultados, utilizando materia orgánicas, como turba o musgos; los cuales poseen una estructura esponjosa y mejoran, por tanto, la porosidad al aire y agua.

La estabilidad estructural será la que determine si se ha de mantener con el tiempo una porosidad correcta, dependiendo del poder de disgregación y descomposición del material, los cuales deben ser los menores posibles. Los materiales más adecuados son aquellos que no se disgregan fácilmente con la acción del agua.

Para los substratos compactos, la mejor granulometría varía de 2 a 6 mm. y para los porosos entre 2 y 15 mm.; los gránulos menores de 2 mm. traen consigo la compactación del substrato y la falta de oxígeno, debiendo por tanto,¹ eliminarse por cernido u otros medios, cuando no es posible suministrar el agua de forma extremadamente exacta.

Desde el punto de vista químico, el substrato deberá también satisfacer ciertas condiciones.

Deberá ser químicamente inactivo, o sea, ni absorber ni suministrar ningún elemento nutritivo, puesto que esto representaría una alteración en la solución nutritiva.

En cuanto a la parte biológica, al comienzo del cultivo, dicho substrato deberá estar libre de plagas y enfermedades; es peligroso cualquier material que contenga tierra, especialmente de compost, pues los daños de infección serían muy acentuados.

A continuación se mencionan los substratos que por sus características, son los que han dado mejores resultados:

Grava de Piedra Pómez

Ladrillo Molido

Grava de Cuarzo

Granito Molido

Grava de Río

Arena

Vermiculita

Escorias

Substancias Sintéticas Expandidas

Biolaston

Intercambiadores Iónicos

Turba

Tierra Hortícola

Nota: Dado que el sistema que trataremos de ilustrar posteriormente no requiere de substrato alguno, no se mencionarán las características de cada uno de ellos.

3.- Agua.-

Para la fabricación de las soluciones nutritivas se puede utilizar el agua de pozo, la de lluvia bien limpia y las destiladas. Para utilizar la de arroyos o ríos debemos asegurarnos primero de que están libres de materias perjudiciales, como por ejemplo aguas residuales y que su con-

tenido en sales minerales no es muy elevado; como frontera superior para el contenido de sales de un agua correcta, se recomiendan 200 ppm. (mg/l).

Para concentraciones superiores se recomienda efectuar un análisis completo, tomando éste muy en cuenta en la composición de las soluciones nutritivas.

Los contenidos en sales, inferiores a los que a continuación se indican, no tienen significado en la preparación de la solución nutritiva:

Hierro	-	1 ppm.
Potasio	-	10 ppm.
Cal y Sulfatos	-	20 ppm.
Magnesio	-	10 ppm.

Como frontera para la toxicidad en Boro Flúor y Manganeso - 2 ppm. En Cloro libre 5 ppm. como contenido suficiente para esperar daños; no obstante, bajo la forma de cloruros, las plantas pueden tolerar dosis aún más altas de cloro.

Las dosis varían de forma muy marcada, según las plantas que se ensayen; generalmente oscilan en 50 y 150 ppm. Según los estudios realizados, es posible aprovechar, en cultivos hidropónicos de diferentes plantas (por ejemplo tomate), aguas salobres en 1 000 o más ppm. de cloro, siempre que se utilicen iones de efectos antagónicos, que impiden que se produzcan fuertes daños en ellas.

En zona de poca precipitación han incrementado su importancia los cultivos hidropónicos como medio para el ahorro de agua, principalmente cuando ésta se obtiene desalinizando aguas de mar o de pozos muy salobres por sistemas relativamente económicos.

4.- Elementos Nutritivos.-

4.1. Macroelementos.-

La intensidad de absorción por las plantas, para los seis principales macroelementos es :

N > K > P > Ca, Mg. y S

La absorción de los tres últimos elementos es muy similar.

Se recomienda combinar, en un mismo abono, los elementos que son tomados por las plantas con igual intensidad, ya que con esto puede conseguirse una aceptable estabilidad de la relación cationes - aniones en la solución. En cultivos hidropónicos, suelen usarse por este motivo Nitrógeno y Potasio como Nitrato Potásico, Acido Fosfórico y Calcio como Fosfato Monocálcico y Azufre y Magnesio como Sulfato Magnésico.

Las experiencias demuestran que pueden ser utilizados con éxito, para la fabricación de soluciones nutritivas, diversos abonos comerciales en lugar de sales químicamente puras; entre los abonos utilizables destacan :

Nitrato de Cal

Nitrato de Potasa

Sulfato de Amonio

Sulfato de Potasa

Superfosfatos.

De acuerdo a los trabajos efectuados, se ha demostrado que algunos de los abonos completos que contienen oligo - elementos, son apropiados para la elaboración de soluciones nutritivas en los cultivos hidropónicos. No obstante, cuando se emplean de forma exclusiva se producen dificultades en la adaptación de la solución a las necesidades específicas de las plantas según la época del año, con la repercusión negativa en los resultados productivos del cultivo.

Además de los elementos principales ya indicados, el hierro tiene una gran importancia para los cultivos hidropónicos. Normalmente se le añade a las soluciones en forma de sulfato de hierro.

4.2. Microelementos.-

Sin el suministro suficiente de oligo-elementos no es posible obtener ningún éxito duradero en el cultivo hidropónico. Se debe completar el suministro de elementos principales con otros elementos menores, los cuales están contenidos en forma soluble en las soluciones conocidas como "AZ". No obstante, otras investigaciones han mostrado que solamente unos pocos oligo-elementos, son realmente necesarios y deben ser tenidos en cuenta en la composición de las soluciones. Actualmente, el uso de estos elementos, se limita al uso de Boro, Cobre, Manganeso y Zinc en la preparación de las soluciones nutritivas.

El Boro se añade como Bórax o Acido Bórico, el Cobre' como Sulfato de Cobre, el Manganeso como Sulfato de Manganeso y el Zinc como Sulfato de Zinc.

Según las experiencias, cuando se utilizan abonos que contienen los microelementos ya indicados, para la composición de las soluciones, es necesario añadir Hierro y Cobre y eventualmente Molibdeno.

5.- Soluciones Nutritivas.-

Un aspecto decisivo para el éxito en el cultivo hidropónico, es la composición de las soluciones nutritivas. Las soluciones deberán contener todos los elementos necesarios para las plantas, en las debidas condiciones y en las dosis convenientes, debiendo cumplir, junto a la misión de los elementos nutritivos, la que efectúan en el suelo los microorganismos y los coloides. Así pues, debemos dar gran importancia a la fabricación y control de las soluciones nutritivas.

La solución nutritiva es el elemento más importante y delicado de todos los sistemas hidropónicos y el buen resultado del cultivo depende, en gran parte, de sus características.

Son muy distintas, en relación a muchos factores, las

características químicas que la solución debe poseer para satisfacer plenamente las exigencias de la planta, -- siendo muy distintas, tales exigencias, de una especie a otra e incluso para una misma especie, variando de manera sensible con relación a la fase de desarrollo en que ésta se encuentre.

Es preciso, por tanto, cuando se quieran obtener los mejores resultados productivos, que se adecúen oportunamente la composición de la solución al variar esas exigencias, teniendo en cuenta además, otro importante elemento: es decir, que la absorción mineral de una planta, en una determinada fase de desarrollo, puede también variar con relación a las condiciones climatológicas - temperatura y luminosidad principalmente- del ambiente.

La fórmula, en cuanto a la proporción de los diversos elementos y a su relativa concentración, varía sobre todo en relación con la especie cultivada y con la fase de desarrollo en que ésta se encuentra.

Por ejemplo, para las especies de las cuales se obtiene una producción de frutos, el nitrógeno debe suministrarse en concentraciones más bajas que cuando la producción útil está constituida por las hojas.

Para las especies de las cuales se utilizan las raíces, la cantidad de potasio será más alta.

En la práctica, se tiene el óptimo cuando la concentración total de la solución está comprendida entre 1500 y 2000 ppm.

La concentración de la solución debe ser adecuada, por razones fisiológicas, a la fase vegetativa de las plantas. Se distinguen, a éste respecto, una concentración de crecimiento, una de desarrollo y una de producción.

- I M B I B I C I O N -

LA CELULA COMO SISTEMA COLOIDAL HIDROFILO.-

La célula es un sistema coloidal hidrófilo y polifásico. La fase dispersante es el agua; la fase dispersa está constituida fundamentalmente por proteínas, pero también existe un sistema micelar de lípidos diversos, - además de que en el sistema se incluyen soluciones moleculares de glúcidos y soluciones iónicas de varias sales. Todos Estos componentes están finamente organizados y es de esta interrelación organizada y de los fenómenos a -- que da lugar, de donde surgen las propiedades especiales que llamamos vida.

Las proteínas son coloides muy estables, ya que' los iones proteínicos en solución se repelen mutuamente; además cada micela absorbe agua en su superficie y las - moléculas de agua actúan como un protector de la micela, impidiendo la floculación.

La célula es el asiento de muchas reacciones químicas simultáneas y diferentes, lo que es posible porque dentro de la sustancia coloidal fluida fundamental existen canalillos y entidades coloidales más o menos gelificadas, de modo que el protoplasma está estructurado en - innumerables compartimientos, pudiendo compararse a una - fábrica de productos químicos con muchas cámaras, cada - una equipada para elaborar un producto o serie de productos determinados.

Los conceptos sobre la morfología celular que se tenían ya por afirmados, se han tenido que revisar drásticamente al observar la célula con el microscopio electrónico.

El coloide protoplásmico fundamental o hialoplasma que antes se creía formaba un sol fluido continuo, se

considera hoy que está ocupado por un sistema de canaliculos probablemente interconectados entre sí y que tal vez incluso se comuniquen tanto con la membrana fundamental que separa - la célula del medio interno como con la membrana del núcleo.

En el hialoplasma se encuentran dispersos organillos celulares. Todos ellos tienen una composición coloidal pro - telca más o menos gelificada. Su estructura es de comparti - mientos, de tal modo que están subdivididos en cámaras donde se efectúan reacciones químicas determinadas, que son parte' de una función metabólica celular.



FENOMENOS OSMOTICOS EN LA CELULA.-

El protoplasma es un coloide hidrófilo que muestra una gran capacidad de imbibición; cuando el coloide protoplásmico no está saturado, su hidrofilia es responsable de la absorción del agua como sucede en las semillas y granos secos que se hidratan aún en atmósferas poco húmedas. Pero cuando el coloide está ya hidratado, la absorción del agua depende fundamentalmente de la presión osmótica de la vacuola.

La célula vegetal madura típica tiene una gran vacuola en la que van disueltas sales minerales en forma iónica y algunos otros productos en forma molecular.

Como la presión osmótica de una solución no depende del tamaño sino de la concentración de las partículas disueltas, y como las partículas del jugo vacuolar son mucho más pequeñas que las del protoplasma, hay mayor concentración osmótica y por tanto, mayor presión en un volumen dado de la vacuola que del protoplasma.

La pared celular es permeable, pero la membrana celular es, para los efectos aquí considerados, semipermeable.

Es obvio que entran sales del suelo, pero esto ocurre principalmente por el fenómeno de intercambio iónico. Desde el punto de vista osmótico, la célula es un sistema semipermeable. Por lo tanto, el agua entrará por difusión, pero no las sales.

ABSORCIÓN DEL AGUA POR LA RAÍZ.-

Dado que la célula es un coloide hidrófilo que, en vida activa, se encuentra en forma de sol, la planta necesitará agua para formar nuevas células y para rehidratar las que ya posee; igualmente necesita agua para sintetizar muchos de sus alimentos. Pero las necesidades hídricas de la planta sobrepasan muy ampliamente -- las que se precisan para cubrir las demandas metabólicas, pues la planta evapora agua como cualquier sistema físico hidratado y debe cubrir las demandas de la evaporación. A través de su epidermis a proceso de transpiración.

El agua perdida por transpiración la repone el vegetal por el proceso de absorción. Se han distinguido 4 tipos de fuerzas que puedan explicar la entrada del agua a la raíz;

- 1.- Imbibición
- 2.- Tensión por transpiración
- 3.- Acción metabólica
- 4.- Osmosis

La hidratación de la célula por Imbibición es innegable; el coloide protoplásmico es extremadamente hidrófilico y absorbe agua en sus micelas con facilidad pero una vez que el coloide se ha saturado, cesa su capacidad de adsorber agua. Ahora bien, para que la célula esté en vida activa su coloide debe estar a saturación, o casi en este punto; por ello, es fácil comprender que la absorción por imbibición no juega un papel importante en la entrada de agua a una raíz de una planta activa, aunque sí puede ser una fuerza digna de tomarse en cuenta si la raíz ha padecido extrema sequía y se encuentra parcialmente deshidratada.

En cambio, la Imbibición es la única fuerza de absorción en el caso de semillas que se hidratan.

METABOLISMO BASICO.-

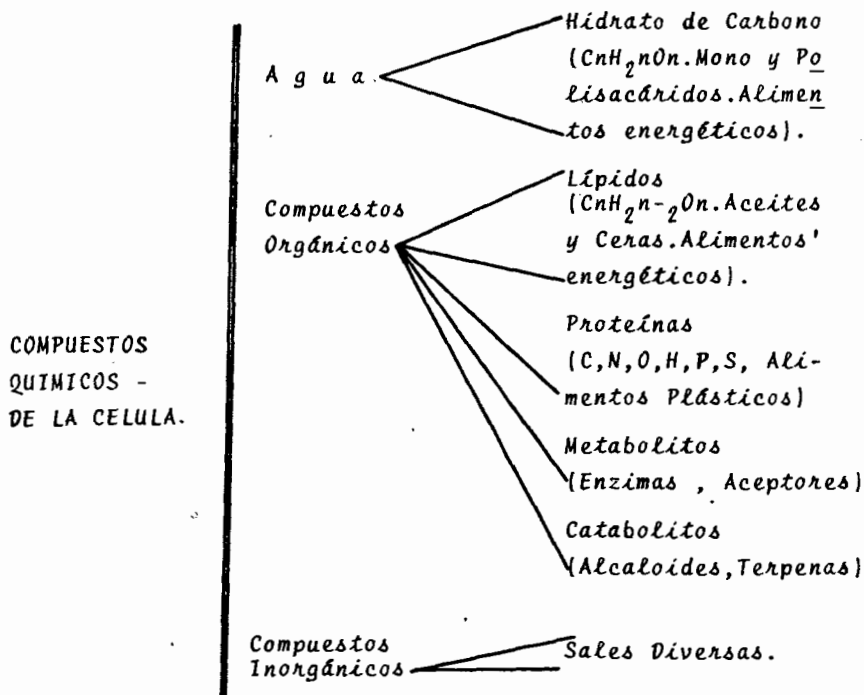
MATERIA Y ENERGIA EN LA VIDA DE LA PLANTA.-

La planta, como todo ser vivo, tiene dos grandes componentes: uno es la materia de que la planta está hecha; el otro es algo no material, una fuerza que capacita a la planta a efectuar trabajos diversos, típicos del ser vivo.

La célula vegetal típica se compone de agua en un 80 a 95% y compuestos orgánicos e inorgánicos diversos.

El agua de la célula está en parte adsorbida a la micela coloidal y en parte libre.

COMPUESTOS QUIMICOS DE LAS CELULAS VEGETALES.-



Los alimentos del vegetal son de tres tipos. Los hidratos de carbono son usados principalmente para ser oxidados en la respiración, dejando libre la energía que contienen; por ello se llaman alimentos energéticos.

Los Lípidos están constituidos por aceites, - que también son energéticos y por ceras que actúan como constituyente de la pared celular, denominadas alimento plástico.

Las proteínas forman la masa viva de la célula y constituyen el coloide protoplásmico; son, pues, esencialmente plásticas, aunque pueden oxidarse y liberar energía.

Las enzimas y otras moléculas activas en el metabolismo son imprescindibles para efectuar las diversas reacciones químicas, por medio de las cuales - la planta sintetiza y transforma sustancias a fin de obtener, tanto los materiales de que está hecha, como la energía con que trabaja. Entre los productos de estas reacciones se encuentran moléculas que ya no toman parte en los procesos metabólicos y que deben ser expulsados o inmovilizados en alguna forma; son los productos catabólicos.

La energía del ser vivo es una forma de energía universal; en realidad, la llamada energía metabólica no es sino energía metabólica-química, pues procede de los alimentos. La energía molecular de un - - cuerpo es la media de la energía de sus moléculas.

LAS ENZIMAS.-

La activación necesaria para que ocurra una - reacción química puede suplirse dando cualquier forma de energía. La energía necesaria para activar las reacciones celulares debe suministrarse como energía quí

mica y para ello existen catalizadores típicos del protoplasma; las enzimas.

Las enzimas son moléculas proteicas, a veces - - acompañadas de un grupo no proteico llamado grupo prostético, que a menudo lleva un metal. En ocasiones para - su óptima acción, exigen la presencia de otra molécula' orgánica llamada coenzima o co-factor y así actúan algunas sustancias, que en la célula vegetal son coenzimas y en la célula animal se consideran vitaminas.

Las enzimas aceleran las reacciones en la célula, de manera que algunas reacciones que por sí solas - tomarían algunos años en ocurrir, o bien necesitarían - activación de muchos grados centígrados, pueden tener - lugar en unos segundos y a temperatura ordinaria. Así - pues, las enzimas no causan reacciones sino que solamente las aceleran y ciertamente, gracias a ellos, pueden -- ocurrir en el sistema protoplásmico, con lo cual hacen' posible la vida.

CLASIFICACION DE LAS ENZIMAS MAS IMPORTANTES.-

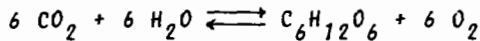
ENZIMAS	Hidrolíticas	Proteinasas	Proteasas Peptidasas
		Estearasas	Lipasas
		Carbohidrasas	Sacarasas
			Celobiasas
	Amilasas Celulasas Pectinasas		
	Oxido Reductosas	Amidasas Oxidasas Catalasas Peroxidasas	
		Fosforilasas Carboxilasas	
	Transferasas	Transfosforilasas Transaminasas	
	Isomerasas		
	Epimerasas		

LAS ENZIMAS Y LA ENERGIA. -

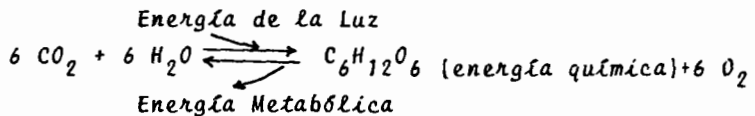
La bioquímica de la célula no tiene leyes especiales; a la reacción enzimática se aplican los principios generales que rigen la reacción química, de modo - que ahí también se establece un equilibrio entre la con-centración de moléculas de enzima y sustrato (reactan - tes) y del producto.

El balance del metabolismo celular se logra de' manera automática y no depende de la presencia de un -- principio vital sino del mecanismo de la propia reacción enzimática.

Las enzimas no solo intervienen en la regula -- ción del metabolismo estructural de la célula sino tam -- bién en el metabolismo energético. La base del metabo -- lismo energético de la planta está en el balance entre' la fotosíntesis y la respiración, cuya transcripción -- química es:



Para que esta ecuación pueda tener validez y adquirir - sentido, es preciso anotar las relaciones energéticas - con lo cual queda así :



Esto indica que la célula, al hacer azúcar, introduce - energía lumínica a su cuerpo, y al deshacerla la libera en forma utilizable por el protoplasma. Esta es, pues, ' la base del metabolismo celular.

III. - SISTEMAS DE CULTIVO HIDROPONICO

Existen varios sistemas de cultivo hidropónico, los cuales tienen todos un aspecto común : la solución nutritiva. Esta contiene todo lo necesario que la planta pudiera necesitar en el terreno para cubrir sus exigencias de nutrición mineral y por lo tanto, está siempre presente y es necesaria, cualquiera que sea el tipo de instalación.

Las características distintivas que permiten una -- clasificación de los diversos sistemas hidropónicos están, sobre todo, en relación con las modalidades, con las cuales la solución misma viene en contacto con el aparato radical' y en el sistema de anclaje de las plantas.

Habrá que distinguir dos sistemas básicos diferentes : Cultivo en Medio Exclusivamente Líquido y Cultivo sobre Substrato Sólido Inerte y Poroso embebido de una solución nutritiva. Para este último sistema, pueden hacerse ulteriores distinciones, en relación con las modalidades con' las cuales la solución atraviesa el medio inerte.

Una idea sintética de dichas características distintivas nos la puede dar el cuadro que se presenta a continuación :

H I D R O P O N I A

Cultivo en medio exclusivamente líquido .

Las plantas inmergen su aparato radical en la solución nutritiva y son sostenidas con sistemas diversos según la especie. (water-culture) = (acuacultura) .

Cultivo en Substrato sólido inerte y poroso .

La Solución Nutritiva atraviesa el Substrato por Percolación .

La Solución Nutritiva atraviesa el Substrato por Sub-Irrigación

Irrigación Superficial Continua.

Irrigación Superficial Discontinua.

Esparcimiento en superficie de sal seguido de irrigación con agua .

Por Sub-Irrigación

Por Circulación profunda a nivel constante .

Con recuperación de la Solución.

Sin recuperación

Con recuperación de la Solución.

Sin recuperación

Con recuperación

de la Solución .

IV. - APLICACIONES DE LA HIDROPONIA

Las condiciones y los fines para los cuales este método de cultivo puede encontrar, en el campo práctico, conveniente aplicación, son los siguientes:

- *En ambientes en los cuales, por razones de índole diversa, no sea posible realizar agricultura tradicional.*
- *En el campo de la hortoflorifruticultura forzada para la obtención de producciones extraestacionales muy solicitadas.*
- *Para la producción continua de forrajes a utilizar en pequeñas explotaciones.*
- *Para el cultivo doméstico y comercial de plantas ornamentales y de flores.*

El primer caso se refiere a los ambientes en los cuales no se puede realizar la normal agricultura, ni -- puede tenerse la posibilidad de un conveniente suministro de alimentos vegetales frescos.

Condiciones análogas a las precedentes son aquellas que se presentan en zonas desiertas, muy distantes de -- cualquier centro habitado, absolutamente privado de agua o donde ésta no sea apta, por las características químicas, para ser utilizadas con fines agrícolas. En muchos de estos ambientes, al no poderse ejercitar, en la localidad, ninguna forma de agricultura o de horticultura, también por una casi absoluta esterilidad del terreno -- ni pudiéndose suministrar convenientemente de alimentos vegetales frescos de otras zonas, se ha recurrido y se -- recurre a los cultivos hidropónicos.

Muy distintas son las razones que determinan la conveniencia de adoptar el sistema hidropónico para el cultivo forzado de plantas de huerto y de flores y también, en algunos casos, de plantas arbóreas de fruto. Escencialmente, en efecto, para cultivos de este tipo, la hidroponia se realiza con las siguientes finalidades:

- Obtener producciones unitarias, cuantitativa y cualitativamente superiores a las obtenibles en el cultivo normal.
- Reducir los gastos inherentes a las prácticas culturales.
- Poder cultivar repetida e ininterrumpidamente una misma especie sin que haya necesidad de alternarla con otras y sin que exista el peligro de incurrir en fenómenos de "cansancio".
- Mantener el medio de cultivo en condiciones fitosanitarias mucho mejores que las que podrían tenerse en el terreno.
- Tener un menor consumo de agua.

Los cultivos hidropónicos se emplean también para la producción de forrajes, que se pueden obtener en ciclo continuo, en un espacio muy reducido, cultivándose en recipientes de vegetación, superpuestos en batería, situados en locales adecuados o también bajo simple cobertizo.

El cultivo doméstico de plantas ornamentales y de flores efectuado en acuacultura, se va difundiendo de tal manera, que hoy en día se pueden encontrar en el comercio todos los materiales necesarios para dicho fin. Además de las finalidades ya indicadas, los cultivos hidropónicos responden a exigencias de investigación y de experimentación agraria. Podría esto definirse como un retorno a los orígenes del método, el cual sin embargo, por los diversos perfeccionamientos que le ha aportado la utilización industrial, permite ser mejor y más adecuadamente empleado en los diversos sectores de ensayo.

V.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA HIDROPONIA

Sin tomar en cuenta casos particulares o de menor importancia en la aplicación del sistema de cultivo hidropónico, la mayor importancia que la hidroponia asume, en el terreno práctico, es cuando es empleada con fines comerciales para el cultivo de especies hortícolas o de flor, forzadas en invernadero para la obtención de producciones extraestacionales. En este último caso, la adopción de la hidroponia puede ser conveniente porque permite conseguir diversas -- ventajas que van ligadas al sistema mismo de cultivo de -- las plantas que puede resumirse así:

- Mayor producción unitaria respecto a la obtenible con el cultivo normal. Los factores que mayormente influyen, son consecuencia de las posibilidades que se tiene con la hidroponia, de controlar la alimentación mineral según las exigencias de la especie cultivada y de proporcionar a las plantas, en cada fase de su desarrollo, los elementos nutritivos en las concentraciones y en las proporciones mas adecuadas. Otro factor que, indirectamente, permite realizar con la hidroponia mas elevadas producciones unitarias, está constituido por la posibilidad que ofrece este sistema de realizar inversiones superiores respecto al cultivo normal; en efecto, en el cultivo hidropónico no se verifican fenómenos de competencia entre las plantas, -- por la nutrición mineral e hídrica.
- Producción de características cualitativas superiores. Esta posibilidad ha sido comprobada, por -- ejemplo con el tomate, con pruebas efectuadas en condiciones de comparación perfectas, en cuanto a los frutos analizados que procedían de cultivos, ordinario e hidropónico, ambos efectuados bajo el mismo invernadero.

Las características cualitativas que la hidroponía exalta en el tomate, apuntan hacia el aspecto morfológico de los frutos, que resultan de forma más regular y de tamaño más -- uniforme, lo que se traduce en menor número de frutos de segunda calidad. También desde el punto de vista bromatológico los frutos de las plantas crecidas con sistemas hidropónicos resultan cualitativamente mejores. Estos son menos acuosos y por tanto de pulpa más consistente y además presentan más -- elevados contenidos de azúcares y grasas y menos elevados -- de fibra bruta. La calidad del producto viene a ser mejorado también, indirectamente, por el hecho de que la parte -- comestible de muchas especies, cuando toca el substrato, -- no está sujeta a ensuciarse y a deteriorarse, como ocurre -- en el campo, por lo cual el producto resulta mejor presentación y, por lo tanto más apreciado en el mercado.

- Mayor precocidad de producción. Tal precocidad se refleja positivamente en el precio medio del producto, que resulta así más elevado.

- Menor empleo de mano de obra, dado que al faltar el terreno, no son necesarias las prácticas de cultivo inherentes a éste, mientras que las propias de la hidroponía pueden ser automatizadas de manera sencilla y completa.

La reducción de la mano de obra constituye sin duda uno -- de los aspectos más positivos e interesantes de este tipo de cultivo sea por su reflejo económico o porque desvincula al horticultor de una asistencia continua, con la exclusión de la dirigida al cultivo.

- Posibilidad de cultivar repetidamente una misma especie sin recurrir a la alternación y sin que se verifiquen fenómenos de cansancio.

- Mejor control de las condiciones fitosanitarias de cultivo dado que antes del trasplante o de la siembra, éste puede ser completamente esterilizado con compuestos químicos que no se pueden emplear en absoluto en el terreno.

- Reducción del consumo de agua. Tal ventaja es particularmente apreciada en las regiones áridas donde la hi-

droponía encuentra su mayor conveniencia en el más alto rendimiento del agua, siendo ésta más prolíficamente usada.

Por otra parte, entre las desventajas específicas de la hidroponía deben destacarse:

- Los intereses del capital invertido para la construcción de la instalación y los gastos de manutención y de amortización de la misma.

- Los gastos para el funcionamiento de la instalación tales como energía eléctrica, sales minerales, análisis químicos y dispositivos analíticos.

VI.- EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE GERMINADOS

I.- ANTECEDENTES.-

En este Capítulo se dará a conocer el sistema de producción de germinados mediante el "Módulo Germinador Inductivo de Granos", para lo cual deberán considerarse tres aspectos básicos, a los cuales se referirá para un mejor conocimiento del mismo; los aspectos son:

CULTIVO : CEBADA
MÓDULO TIPO : SEMICIRCULAR DE 52 M².
DIMENSIONES : 6.50 x 8.0 x 2.40 MTS.

Las experiencias y trabajos de investigación realizados con el módulo tipo utilizando semilla de cebada, en el Estado de Puebla, han sido altamente satisfactorias. La finalidad primordial de este sistema de producción es la de producir alimento para ganado, aunque se pueden germinar granos para la alimentación humana, tales como Soya, Alfalfa y otros.

Con la finalidad de producir forraje, se ha utilizado la semilla de cebada, que ha demostrado ser la de mayor poder nutritivo, logrado en el menor tiempo de germinación y, aunque la cebada se cultiva en forma tradicional, para la producción de forraje, en ocasiones no es posible realizar este o algún otro cultivo forrajero en las zonas ganaderas debido a factores limitantes ya sean Climáticos o Eddáficos; es ahí donde se deben utilizar sistemas de producción que no estén influenciados por las condiciones externas. El Módulo Germinador Inductivo de Granos reúne las características necesarias para lograr producir alimento bajo condiciones hidropónicas de invernadero sin que el medio externo influya considerablemente en el clima artificial que se logra en el interior del módulo.

Es por lo anteriormente expuesto, que el módulo germinador representa un gran auxilio para el productor-ganadero en la difícil tarea de producir y obtener alimento para su ganado, de buena calidad nutricional, disponible durante todo el año y en el aspecto económico a un bajo precio.

VII. - CULTIVO DE LA CEBADA (HORDEUM VULGARE L)

- IMPORTANCIA NACIONAL Y MUNDIAL -

La cebada es una especie bajo cultivo en México y su importancia es por su uso en la alimentación de ganado y por su demanda en la industria de la cerveza. Por lo general, los países que más la producen la utilizan en esas dos formas.

Los principales productores de cebada son : Estados Unidos, Canadá, Centro y Noroeste de Europa, Norte de África y España, Rumanía y Sur de Rusia, Centro y Norte de la India y Nordeste de China y el Japón. La producción mundial llega a más de cincuenta millones de toneladas anuales.

El déficit anual de cebada maltera para la industria nacional es de 30 000 toneladas que se tienen que importar.

El área sembrada en el país actualmente es de 245 000 hectáreas, la mayor parte de temporal, en los Estados de México, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla.

Actualmente el principal uso de la cebada es como alimento para ganado. De un 20 a 25 % de la producción se emplea como fuente de malta, producto que sirve para la elaboración de alcohol, whisky, cerveza y bebidas similares y para obtener varios extractos y productos alimenticios. Para estos propósitos son preferibles los tipos de dos carreras que contienen menos proteínas, su endospermo más blanco y harinoso y su cubierta más delgada.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

- ORIGEN GEOGRAFICO -

La cebada se cultiva desde tiempos muy primitivos y era utilizada para hacer pan, incluso antes que el trigo. - Plinio asegura que la cebada fué el alimento más antiguo -- del hombre y algunos eruditos modernos la consideran como - la primera planta cultivada.

Existen dos probables centros de origen, siendo uno de ellos Abisinia y el otro el Sureste del Tibet, donde crece la cebada en forma silvestre.

Se supone que donde se cultivó primeramente fué en el Sudoeste de Asia (más o menos 5 000 A. C.), región en -- que aún pueden hallarse las cebadas silvestres *Hordeum Spon*
taneum y *Hordeum Ithuberense*. La primera es posiblemente el antepasado de las cebadas de dos carreras y la segunda puede ser el de los tipos de seis carreras.

- CLASIFICACION TAXONOMICA -

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Género	Hordeum
Especie	Vulgare

VIII.- MODULO GERMINADOR INDUCTIVO DE GRANOS.

DIMENSIONES: Largo: 8.0 Mts.
 Ancho: 6.5 "
 Alto: 2.4 "

SUPERFICIE: 52 Mts. cuadrados.

DEFINICION: El módulo germinador es una cámara hermética, con temperatura, humedad, iluminación y nutrición controladas, para inducir una rápida germinación de granos y producir alimento para todo tipo de ganado.

El funcionamiento del módulo germinador, está basado en los principios hidropónicos de la acuicultura, aplicados al cultivo en invernadero de cebada.

La estructura del módulo es ligera pero resistente construida con lámina galvanizada natural y colocada sobre una pequeña obra civil que le confiere solidez a la estructura. La cubierta semicircular lleva entre sus componentes un material aislante que permite, de esta manera, controlar la temperatura y humedad relativa en el interior.

Podemos decir que el sistema de producción de germinados es un sistema sencillo pero eficaz, tanto que la actividad básica se resume a sembrar y cosechar, además de los cuidados y mantenimiento del módulo.

La mano de obra utilizada es mínima, dado que los sistemas de riego y control de temperatura son automáticos; esto permite a la persona encargada, utilizar el tiempo restante en otras actividades de beneficio.

Este sistema de producción es ya utilizado con excelentes resultados en Europa, China, Japón, Estados Unidos y actualmente en México.

IX.- TIPOS DE CONSTRUCCION.

De acuerdo a las necesidades y disposición de espacio que se tengan, podrá hacerse la construcción y distribución del módulo o módulos germinadores del tipo deseado.

El Módulo puede ser construido de 2 formas diferentes:

- 1.- TIPO CUBO.- Construido con lámina galvanizada natural, estructura y forros con aislante térmico-integrado. Con puerta y aislante térmico-de 2 pulgadas de poliuretano expandido.

DIMENSIONES: 6 x 8 x 2.4 mts.

OBRA CIVIL: Firme de 48 mts. cuadrados y tanque de -- 1500 lts.

EQUIPO DE REFRIGERACION: Consiste en un compresor de- 3 HP, 2 difusores FMA-360, válvula, deshidratador, termostato, termómetro y sensores.

SOPORTES DE PRODUCCION: 4 anaqueles de 7 mts. cada uno, con 7 niveles de producción.

SISTEMA DE RIEGO: Tipo aspersión en cada nivel de producción con TIMER automático y bomba.

ILUMINACION: 14 lámparas de 2.44 mts. de 2 x 78 watts, fluorescentes con tubos de luz de día, ba lastra de alto factor y ductería.

2.- TIPO SEMICIRCULAR.- Construido con arco tubular galvanizado y laterales de altura - mínima de 3 mts. con claro de -- 6.40 mts.

Cubierta exterior e interior de aluminio con aislante térmico de poliuretano expansible.

DIMENSIONES: 6.50 x 8.00 x 2.40 mts.

OBRA CIVIL: De 52 mts. cuadrados de firme con desniveles de desagüe, cimentación y tanque - de recuperación de 1500 litros.

SOPORTES DE PRODUCCION: 4 anaqueles de 7.30 mts. cada uno con 7 niveles de producción.

SISTEMA DE RIEGO: Tipo aspersión en cada nivel de producción con TIMER automático y bomba.

ILUMINACION: 14 lámparas de 2.44 mts. de 2 x 78 watts fluorescente con tubos de luz de día, ba lastra de alto factor y ductería.

SISTEMA DE REFRIGERACION: Compresor de 3 HP, 2 difusores FMA-360, válvula, deshidratador, termostato, termóme tro y sensores.

X.- COMPONENTES DEL MÓDULO GERMINADOR

El módulo germinador inductivo de granos, está constituido de la siguiente manera:

- A).- OBRA CIVIL.
- B).- ESTRUCTURA.
- C).- CUBIERTAS
- D).- EQUIPO ELECTROMECHANICO
- E).- EQUIPO DE GERMINACION.

A).- OBRA CIVIL.- Se refiere a la construcción de ladrillo y cemento que funciona como sostén de la estructura.

Consta de un marco de ladrillo, construido a la base del módulo, en la cual va sentada la estructura de lámina.

El piso es de cemento, con desnivel hacia la cisterna de -aprovisionamiento de agua. Anexada a esta obra se encuentran, por el exterior, las casetas del equipo electromecánico y la cisterna.

B) y C).- ESTRUCTURA Y CUBIERTAS.- En el caso del módulo -tipo de 52 metros cuadrados, la estructura es un semicírculo construido con arco tubular galvanizado, sobre el cual se fijan las -cubiertas de aluminio y el material aislante de poliuretano expansible.

Las cubiertas, interna y externa, llevan entre ellas el material aislante el cual permite controlar automáticamente la temperatura del interior.

El efecto reflejante ~~de~~ las láminas de la cubierta externa evita que la temperatura interna aumente considerablemente durante las horas de mayor intensidad luminosa.

Las cubiertas y la estructura son prefabricadas, ligeras, -resistentes y fáciles de armar. Para la sujeción de las cubiertas se utilizan cables de acero, que sostienen directamente por el exterior.

D).- EQUIPO ELECTROMECHANICO.- Consiste en un compresor de 3 HP, dos difusores, válvulas, deshidratador, termostato, termómetro, sensor, sistema de riego por mini-aspersión en cada nivel, - control automático de riegos, bomba para el sistema de riego, lámparas fluorescentes, balastro y ductos.

La finalidad del equipo antes mencionado es la de automatizar:

- 1.- Control de la temperatura.
- 2.- Control de la humedad relativa,
- 3.- Riegos.
- 4.- Iluminación.

Control de Temperatura.- En la parte externa del módulo se encuentran dos termómetros, uno es para la medición de la temperatura interna y el otro para la temperatura ambiental externa. Ambos están protegidos de la insidencia directa de los rayos solares que pudieran alterar su medición exacta.

Para el control de la temperatura, el módulo cuenta con un dispositivo (termostato), que permite mantener la temperatura constante. El dispositivo se gradúa de acuerdo a la temperatura deseada y cuando se presenta una variación, el termostato acciona el sistema de ventilación y refrigeración para conservar un clima óptimo que favorece la germinación y el desarrollo de la cebada.

Tomando en cuenta que, bajo condiciones de invernadero es más frecuente que la temperatura aumente, se ha provisto al módulo de un sistema de refrigeración que se encuentra conectado al termostato y al sistema de ventilación.

TEMPERATURA OPTIMA INTERNA = 27 ° C.

Control de la Humedad Relativa.- En el interior del módulo se encuentra colocado un sensor (humedistato), que mantiene la humedad relativa constante.

El sensor acciona el deshidratador y a través de los difusores mantiene en el interior condiciones óptimas de humedad para beneficio del cultivo y la temperatura.

La humedad relativa interna del módulo, es otro factor importante en la germinación y desarrollo de la cebada. El riego -- por nebulización ayuda también a mantener un alto porcentaje de humedad. La humedad es proporcional a la temperatura.

HUMEDAD RELATIVA OPTIMA = 85 %

Riegos. - El sistema de riego se encuentra distribuido en cada uno de los niveles que integran el anaquel.

El riego es controlado por un dispositivo, (Timer), que se encuentra conectado a la bomba de abastecimiento.

El timer está ajustado para funcionar cada 6 horas, durante 5 minutos diariamente.

La cisterna para el abastecimiento de agua, tiene una capacidad de 1500 litros.

El tipo de riego utilizado es por mini-aspersión, (nebulización), el cual además de distribuir el agua uniformemente ayuda a mantener la humedad relativa óptima.

ILUMINACION.- El tipo de lámparas utilizadas son flúores - centes que proporcionan luz de día, que tienen la particularidad de no aumentar la temperatura en el interior del módulo.

La iluminación que proporciona este tipo de lámparas se -- considera suficiente para proporcionar a la planta un medio propi- cio en su metabolismo natural de fabricación de clorofila.

La distribución de las lámparas se hará de tal manera que proporcione luz a todos los niveles de producción.

E).- EQUIPO DE GERMINACION.- El equipo básico de germinación lo integran los anaqueles y las charolas.

Charolas.- Pueden estar fabricadas de lámina, aluminio o fibra de vidrio, siendo éstas últimas las que han resultado más eficaces para la germinación de granos.

Las charolas de fibra de vidrio tienen la ventaja de facilitar el drenaje, factor que es muy importante, además son resistentes al manejo. Las charolas de aluminio o lámina galvanizada presentan más dificultad al drenaje del agua y no resisten el manejo.

Las dimensiones de las charolas son:

LARGO	_____	90 cms.
ANCHO	_____	30 cms.
ALTO	_____	5 cms.

Las charolas están diseñadas anatómicamente para facilitar el escurrimiento del agua que no sea utilizada; esto se realiza mediante los orificios que están situados a lo ancho, así como una prominencia en forma triangular a lo largo de la misma.

Anaqueles.- Tienen como función proporcionar asiento a las charolas así como una situación propicia para el escurrimiento del agua.

El material que se utiliza para la construcción de los anaqueles es ángulo y tubería metálica; el primero se utiliza en los soportes verticales y el tubo en los horizontales.

Los anaqueles que se utilizan en el módulo tipo de 52 metros cuadrados, tienen una longitud de 7 metros y una altura de 2.20 metros, situados en ambos lados, dejando así un pasillo central.

Cada anaquel consta de 7 niveles de producción con una separación entre ellos de 30 cms., los cuales tienen capacidad para sostener 20 charolas de las dimensiones antes mencionadas.

Los anaqueles deberán estar contruidos de tal forma -- que, al colocar las charolas guarden una posición inclinada pa ra facilitar el escurrimiento del agua y evitar así los enchar camientos que podrían, en un momento dado, facilitar la repro- ducción de hongos perjudiciales a las plantas.

XI.- EL SISTEMA DE GERMINACION.-

El sistema de producción de germinado de cebada, debe su eficacia al funcionamiento conjunto de los sistemas automatizados que integran el módulo germinador y los principios y fundamentos de la hidroponia.

Para el conocimiento de la metodología seguida para la obtención de germinado, se tratarán en este capítulo los siguientes aspectos:

- A).- SIEMBRA
- B).- TIPO DE SEMILLA UTILIZADA
- C).- METODO DE SIEMBRA.
- D).- DENSIDAD DE SIEMBRA
- E).- FERTILIZACION.
- F).- RIEGOS
- G).- CUIDADOS
- H).- COSECHA.

A).- SIEMBRA.- La siembra puede realizarse en cualquier época del año y se puede utilizar cualquier tipo de semilla que se ajuste a las condiciones de nutrición animal o humana que se requieran.

En este caso se trata de producir alimento para ganado bovino, para lo cual se utiliza, con resultados satisfactorios, la semilla de cebada.

B).- TIPO DE SEMILLA UTILIZADA.- La semilla que se utiliza es la de cebada. Se puede utilizar, tanto semilla criolla como -- certificada, teniendo como requisitos: que sea de un alto porcentaje de germinación y que sean de las variedades forrajeras.

En forma general, se pueden utilizar las variedades forrajeras de la región y las adaptadas a la zona, ya sean criollas o mejoradas.

Las variedades que se han utilizado para la investigación de rendimientos son: APIZACO Y PUEBLA.

C).- METODO DE SIEMBRA.- El método utilizado para realizar esta práctica es sumamente sencillo, ya que no se utiliza ningún substracto o algún otro material inerte.

Como primer paso, se deberá remojar la semilla en agua durante 12 horas; posteriormente se procede a sembrar directamente sobre la charola la semilla de cebada remojada.

La siembra se realiza esparciendo uniformemente sobre la superficie de la charola el grano previamente remojado, para asegurar una germinación uniforme y un buen desarrollo sin interrumpir a las demás semillas.

Una vez sembradas las charolas, se colocan en el nivel correspondiente dentro del anaquel.

La siembra se realiza en forma escalonada, es decir, sembrar un nivel cada día hasta completar 7 días, con lo cual quedarán sembrados los 7 niveles de producción de cada anaquel y de esta manera, se podrá cosechar posteriormente un nivel cada día.

La siembra de cebada bajo este sistema, no requiere de tratamiento alguno o desinfección de la semilla, con lo que se reduce la mano de obra utilizada en esta práctica y se logra reducir el costo de producción de germinados.

D).- DENSIDAD DE SIEMBRA.- Para sembrar una charola de las dimensiones antes mencionadas (90 x 30 x 5 cms), se requieren de 1 a 1.5 Kgs. de semilla de cebada.

La cantidad utilizada dependerá del porcentaje de germinación de la misma.

De acuerdo a las especificaciones anteriores, el módulo tendrá un requerimiento diario de 235 Kgs. de semilla de cebada.

E).- FERTILIZACION.- Los fertilizantes que se utilizan en el módulo se aplican en el agua de riego, por lo que se deberán utilizar los que sean altamente solubles.

El tratamiento de fertilización que se utiliza en este sistema es de 10-30-10.

Las fuentes son:

N	_____	SULFATO DE AMONIO
P	_____	SUPERFOSFATO DE CALCIO SIMPLE
K	_____	SULFATO DE POTASIO.

La dosificación de la mezcla de fertilizantes es de:

300 grs. DISUELTOS EN 1,000 Lts. DE AGUA

Esta solución de nutrientes se aplica con el agua de riego y los sobrantes son recuperados en la cisterna de aprovisionamiento gracias al desnivel del piso del módulo.

F).- RIEGOS.- Esta práctica se realiza diariamente, cada 6 horas durante 5 minutos.

Los riegos son ligeros, con sistema de miniaspersión o nebulización. La cantidad de agua que se consume diariamente es de 70-litros. Se deberá evitar los excesos de humedad para anular la presencia de enfermedades causadas por hongos.

G).- CUIDADOS.- Básicamente se deberá mantener el módulo en buenas condiciones de limpieza y sanidad, lo cual se logra quitando los excesos de humedad del piso y colocando a la entrada un tapete sanitario para evitar que se introduzcan agentes productores de enfermedades.

De igual manera se deberá revisar periódicamente el sistema de riego, las boquillas y la cisterna, para evitar taponamientos.

El mantenimiento del equipo de germinación, se reduce a la siembra, cosecha y limpieza de las charolas para mantenerlo en producción constante.

H).- COSECHA.- Al término de 7 días, el germinado de -- cebada estará en condiciones de ser cosechado, esto es, cuando ha alcanzado una altura de 10 a 12 cms.

El nivel de charolas que ha sido cosechado, deberá ser reemplazado con una nueva siembra.

La cosecha del germinado se inicia cuando se ha completado el ciclo de siembras, lo cual se logra a los 7 días de la fecha de la primera siembra.

El producto logrado se denomina "Tapete Hidropónico", - dadas sus características similares a éste.

TIEMPO DE GERMINACION DE LA SIEMBRA A LA COSECHA = 7 DIAS

XII.- OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL MODULO

Para ilustrar el sistema de operación del módulo, se desglosarán en varios puntos los aspectos fundamentales en la producción de germinado de cebada.

OPERACION :

1.- El método práctico de germinación, consiste en remojar la semilla de cebada durante 12 horas en agua.

Posteriormente se procede a sembrar y las charolas son colocadas en los anaqueles. Las charolas deberán guardar una posición ligeramente inclinada, para que el agua que no sea utilizada por la planta, escurra al suelo y pueda ser aprovechada.

2.- Los fertilizantes que se utilizan, son disueltos en el agua de riego y aplicados al cultivo por microaspersión, bajo la siguiente dosificación:

*300 grs. de la Fórmula 10-30-10 en 1000 lts.
de Agua*

3.- Una vez transcurridos 7 días, se procede a cosechar el germinado y está en condiciones de ser suministrado al ganado para su consumo.

4.- La cosecha del producto implica una siembra inmediata, para no romper el ciclo de cosechas diarias, utilizando de 1.0 a 1.5 Kgs. de semilla de cebada para cada charola.

MANTENIMIENTO :

- 1.- A la entrada del módulo debe colocarse un tapete sanitario para evitar la contaminación del interior.
- 2.- Mantener en buenas condiciones el equipo electromecánico y de germinación.
- 3.- Limpiar periódicamente el piso, charolas y la cisterna.
- 4.- Revisar continuamente el sistema de riego para mantenerlo en funcionamiento constante.
En caso de taponamiento de tubos o aspersores, limpiarlos química y/o manualmente.
- 5.- Para la siembra y cosecha de 100 charolas, una persona necesita de 2 a 3 horas diarias.

XIII. - PRODUCCION DEL MODULO GERMINADOR

De acuerdo a los resultados obtenidos en el módulo tipo de 52 metros cuadrados, podemos decir que el potencial de producción de alimento germinado de cebada, es superior a los obtenidos bajo el sistema tradicional en tierra.

Este grado de superioridad, se debe a que bajo condiciones hidropónicas de invernadero, la planta encuentra un medio propicio para germinar y desarrollarse libremente, sin tener que competir con las demás plantas para conseguir su alimento. Además no está expuesta al ataque de plagas y enfermedades, ni sufrir las inclemencias del medio ambiente externo.

Lógicamente que, bajo estas circunstancias, cualquier tipo de planta podrá producir a su máxima capacidad sin que ésta se vea alterada por acción de los reductores de la producción.

Niveles de Producción :

Considerando el promedio de producción, obtendremos los siguientes rendimientos:

PRODUCCION POR CHAROLA _____ 10 a 15 Kgs.

PRODUCCION DIARIA POR MODULO _____ 1,500 Kgs.

PRODUCCION ANUAL POR MODULO _____ 547,500 Kgs.

Estos niveles de producción, pueden ser incrementados si se utiliza semilla seleccionada de alto porcentaje de germinación.

Tomando como referencia la producción anual de 547.5 Toneladas, tendríamos un rendimiento por hectárea de 105,288 Toneladas, lo cual nos dá un panorama de la magnitud del sistema.

Solamente en 52 metros cuadrados se produce lo que con una buena siembra de alfalfa se cosecharía en 7.5 hectáreas.

Dadas las características de producción del módulo germinador, es de primordial importancia dar -- difusión a este sistema y considerarlo como elemento de solución al problema de alimentación animal e iniciar, bajo este sistema, la producción intensiva de -- alimento para humanos.

XIV.- ANALISIS BROMATOLOGICO.-

El Módulo germinador permite obtener un alimento de excelente calidad nutricional, con un alto grado de digestibilidad que permite un aprovechamiento total del alimento, así como un abundante contenido de enzimas que ayudan a desdoblar otros alimentos que sean suministrados como relleno.

* ANALISIS BROMATOLOGICO DE GRANO SECO DE CEBADA Y GRANO GERMINADO DE 7 DIAS.-

CONTENIDO	GRANO DE CEBADA.-		GRANO GERMINADO .-	
	ALIMENTO BASICO/Kg	EN BASE A MATERIA SECA/Kg.	ALIMENTO BASICO/Kg	EN BASE A MATERIA SECA/Kg.
AGUA %	11.0	.	87.54	
MATERIA SECA %	89.3	100.0	12.46	100.0
PROTEINAS %	11.0	13.0	2.28	18.31
GRASAS	1.8	2.1	0.53	4.24
EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO	68.2	76.6	6.67	53.34
FIBRA	12.0	12.6	2.14	17.17
CENIZA	2.4	2.7	0.84	6.94
CALCIO	0.08	0.09	0.031	0.25
FOSFORO	0.72	0.47	0.070	0.55
VITAMINA A USP			1149.00	10000.00
NIACIANAMIDA MG	129.15	145.13	4.86	39.85
RIBOFLAVINA MG.	4.50	4.95	1.47	11.90
TIAMINA MG.	11.48	12.83	0.022	0.13
COLINA MG.	2317.5	2603.3	138.05	1136.50

* ANALIZADA POR: - AGRI-SCIENCE LABS. INC.
 - NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE
 - FEEDS & FEEDING ABNDGED BY MORRISON.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

XIV.J.- COMPARACION CON OTROS ALIMENTOS.-

En base al análisis bromatológico practicado al germinado de cebada y a otros alimentos que se suministran como forraje principal al ganado, se hace una confrontación la cual nos revela la importancia y calidad alimenticia -- del producto germinado.

* ANALISIS COMPARATIVO DE GERMINADO DE CEBADA CONTRA OTROS ALIMENTOS.-

CONTENIDO	GERMINADO DE CEBADA	FORRAJE DE SORGO	FORRAJE DE ALFALFA	FORRAJE DE TROBOL	FORRAJE DE PRADERA	SILO DE MAIZ	AVENA EN GRANO
PROTEINAS	18.31	7.7	16.3	16.9	8.5	8.4	13.2
GRASAS	4.24	2.1	2.5	2.8	2.7	2.7	5.1
FIBRAS	17.17	33.3	28.4	32.2	33.5	26.3	12.4
EXTRACTO L.N.	53.34	48.1	43.8	39.2	49.5	56.4	65.7
TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES.-	79.01	55.4	55.77	59.58	54.99	66.25	79.42

* REALIZADO POR: - AGRI-SCIENCE LABS. INC.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE
- FEEDS & FEEDING ABNDGED BY MORRISON.

XV.- INSUMOS NECESARIOS (MODULO TIPO 52 M².)

1.- SEMILLA.

T I P O	VARIEDAD	DENSIDAD	METODO DE SIEMBRA	OBSERVACIONES
CEBADA.	Fornajeras: Criolla Apizaco	1 a 1.5 Kg. por Charola	DIRECTA.	La siembra se realiza des -- pués de haber remojado la se milla durante 12 horas en a-gua.

2.- FERTILIZANTES

TRATAMIENTO	DOSIFICACION	METODO DE APLICACION	FUENTES
10-30-10	300 grs. de la mezcla disuel-tos en 1000 lts. de agua.	Disuelto en el agua de riego	N=Sulfato de Amonio. P=Super -- Fosfato Triple. K=Sulfato de Potasio.

3.- R I E G O S .-

T I P O	PERIODICIDAD	TIEMPO DE RIEGO.
MICROASPERSION (NEBULIZACION)	DIARIAMENTE CADA 6 HRS	5 minutos

CONSUMO DE AGUA POR MODULO (LTS)

DIARIO	MENSUAL	ANUAL
70	2,100	25,550

4.- TEMPERATURA .- Bajo condiciones normales de cultivo, la cebada prospera eficientemente en altitudes de 0 a 3,500 MSNM, soportando una temperatura mínima de 3° centígrados y una máxima de 30° C. La temperatura óptima bajo condiciones normales de cultivo es de 20°C.

El cultivo de la cebada, bajo condiciones de invernadero, es un poco más exigente en la demanda de temperatura para obtener buenos resultados.

La temperatura óptima en el sistema hidropónico de producción de germinado de cebada, es de 27°C.

Este grado óptimo debe ser constante para asegurar una germinación y desarrollo uniformes.

5.- HUMEDAD RELATIVA.- La humedad relativa se refiere a la humedad ambiente del interior del módulo, la cual tiene como grado óptimo 85%.

La humedad relativa es directamente proporcional a la temperatura, es decir, al aumentar la temperatura aumentará el porcentaje de humedad en el interior.

El sistema de riego ayuda a mantener el grado respectivo de humedad.

6.- ILUMINACION.- En los requerimientos de luz, el sistema difiere del método tradicional, en tierra.

El cultivo de la cebada bajo condiciones de invernadero, tiene una duración de 7 días, durante la cual las necesidades de luz son mínimas, y dado que el cultivo se encuentra bajo techo que no es transparente, la iluminación debe ser proporcionada artificialmente, con lámparas que deben tener como característica, el no aumentar la temperatura.

Esta condición se logra, utilizando lámparas fluorescentes con tubos de luz de día, colocadas en la parte superior y a los lados de los anaqueles. Estos deberán permanecer encendidas durante todo el proceso de germinación.

XVI.- PRESUPUESTOS DE INSTALACION

Los presupuestos que se anexan, fueron solicitados a la casa comercial que distribuye los módulos germinadores, con la finalidad de disponer de datos actualizados y autorizados por la firma y de esta manera dar un carácter más veraz a la información aquí expuesta.

Los costos de instalación que se presentan, se refieren a los dos diferentes tipos de construcción que se mencionan anteriormente, así como la capacidad de producción y abastecimiento de alimento para el ganado.

Se hace notar que, en el capítulo referente a la producción del módulo germinador, se manifiestan los rendimientos en su límite inferior, por lo que difieren con los aquí expuestos. La finalidad de tomar los límites inferiores, es de demostrar la capacidad de producción de los mismos.

La aplicación de éstos presupuestos, quedará sujeta a los cambios y variaciones que pudiera tener de acuerdo a la zona donde se desee implantar. De la misma forma, los presupuestos podrán incrementarse, de acuerdo a las variaciones en los precios del material utilizado, que puedan surgir en el transcurso del tiempo.



s.a. ARQUIMODULOS CLIMATIZADOS, S. A.

OFICINA:
CALLE DEL FAROL No. 17
STA. CRUZ GUADALUPE
TEL. PROV. 42-97-95
PUEBLA, PUE.

Puebla, Pue., 1º de Abril de 1980.

C. Ing.
Francisco Javier Lamas Sánchez.
Ave. de la Paz 1788.
Guadalajara, Jal.

Sr. Ing. Lamas Sánchez:

De conformidad con su solicitud estoy remitiendo a Usted, cotizaciones para un GERMINADOR -- INDUCTIVO DE GRANOS en dos tipos diferentes de construcción, igualmente las condiciones de operación de nuestra Compañía.

Las cotizaciones señaladas son para alimentar 110 cabezas de ganado vacuno a razón de 15 kgs. -- diarios de alimento por cabeza, con una producción diaria de 1,650 kgs. y de 600 toneladas en números redondos por año.

Presupuestos para un número mayor o menor de cabezas de ganado, son necesarias cotizaciones especiales, pudiendo tomarse de base el modulo cotizado para el número de cabezas de ganado que se desee alimentar.

Quedamos de Usted sus atentos y seguros servidores.



Ing. Alberto Celso López.
PRESIDENTE



s.a. ARQUIMODULOS CLIMATIZADOS, S. A.

OFICINA:
CALLE DEL FAROL No. 17
STA. CRUZ GUADALUPE
TEL. PROV. 42-97-95
PUEBLA, PUE.

REF. COTIZACION DE UN
GERMINADOR INDUCTIVO
DE GRANOS DE 6X8X2.40

Puebla, Pue., 1º de Abril de 1960.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL.
ATN. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO.

COTIZACION DE UN GERMINADOR INDUCTIVO DE GRANOS.

OBRA CIVIL:	Firme de 48 M ² y tanque de 1,500 litros.	\$	20,000.00
	Nota: Este presupuesto es estimado, sugerimos sea efectuado por el cliente con nuestra supervisión - con un cargo de 10% del valor de esta partida.		
ESTRUCTURA Y FORROS CON AISLANTE TERMICO INTEGRADO:	Con lámina galvanizada natural en exterior y C. R. pintado en interior con puerta y aislante de 2" de poliuretano expandido.	\$	220,180.00
EQUIPO DE REFRIGERACION:	Consiste en compresor de 3 HP a 300 A 60.	\$	40,140.00
	2 Difusores FMA 360. C/U.	\$	23,123.00
	Valvula, deshidratador, termostato, termómetro y sensores.	\$	30,000.00
SOPORTES DE PRODUCCION:	4 Racks de 7 M. con 7 niveles de producción.	\$	119,200.00

RICGO:	Asperción en cada nivel de producción con timer automático y bomba.	\$	80,000.00
ILUMINACION:	14 lámparas de 2.44 m. de 2X78 watts fluorescente con tubos de luz de día, bálustra de alto -- factor, ductería e instalación.	\$	33,000.00
ENSAMBLE:	General de todo el equipo	\$	80,000.00
	S U M A	\$	668,766.00
	I V A	\$	66,876.00
	S U M A T O T A L	\$	735,642.00

(SETECIENTOS TREINTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 00/100.)

CONDICIONES DE VENTA:

PRECIOS.- Nuestros precios son firmes durante 15 días a partir de la fecha de cotización, pudiendo tener elevación de precio conforme al porcentaje que sufran los materiales en el mercado.

ANTICIPO.- El anticipo debera ser de un 50% del valor del contrato, puesto a disposición a la firma del mismo, el resto a la entrega de la obra.

MONTAJE.- En las obras fórneas solicitamos para el personal de ARQUIMODULOS CLIMATIZADOS, S. A., alimentación y hospedaje durante el montaje de la obra.

FLETES.- Nuestros precios son L.A.B. en nuestra fábrica de Puebla, por lo que el cliente debe cubrir el costo del transporte de los materiales y equipo a la obra, o bien poner a disposición nuestra el o los vehiculos necesarios.

A T E N T A M E N T E

M. E. de la Cruz Loredó.

D I R E C T O R



s.a. ARQUIMODULOS CLIMATIZADOS, S. A

OFICINA:
CALLE DEL FAROL No. 17
STA. CRUZ GUADALUPE
TEL. PROV. 42-97-95
PUEBLA, PUE.

REF. COTIZACION DE UN
GERMINADOR INDUCTIVO
DE GRANOS DE 6.50X8X2.40.

Puebla, Pue., 1º de Abril de 1980.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
UNIDADES DE RIEGO PARA EL DESARROLLO RURAL.
ATN. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO.

COTIZACION DE UN GERMINADOR INDUCTIVO DE GRANOS.

OBRA CIVIL:	Consiste en 52 mts. de firme con - desniveles de desagüe, cimentación y tanque de recuperación de 1,500- litros.	\$ 20,000.00
	NOTA: Este presupuesto es estima- do, sugerimos sea efectuado por el cliente bajo nuestra supervisión - con un cargo de 10% del valor de - esta partida.	
ESTRUCTURA:	Arco tubular galvanizado y latera- les de altura mínima de 3 mts. con claro de 6.40.	\$ 20,800.00
CUBIERTA:	Forros de aluminio exterior e in- terior.	\$ 56,000.00
AISLANTE TERMICO:	Poliestireno expansible.	\$ 13,680.00
SOPORTES:	De forros y plafón.	\$ 10,000.00
HERRAJES:		\$ 16,000.00
SOPORTES DE PRODUCCION:	4 racks de 7.30 c/u	\$ 119,200.00
RIEGO:	Asperción en cada nivel de pro- ducción con timer automático y bomba.	\$ 80,000.00
ILUMINACION:	14 lámparas de 2.44 m. de 2X78 watts fluorescente con tubos de lus de día, balastro de alto fac- tor, ductería e instalación.	\$ 33,000.00

REFRIGERACION:	Consiste en compresor 3 HP A 300 A 60:	\$	40,140.00
	2 difusores FMA 360	\$	23,123.00
	c/u.	\$	46,246.00
	Válvula, deshidratador, termos- tato, termómetro y sensores.	\$	30,000.00
		\$	485,066.00
ENSAMBLE:		\$	80,000.00
	S U M A	\$	565,066.00
	I V A	\$	56,506.60
	S U M A T O T A L	\$	621,572.60

(SEISCIENTOS VEINTIUN MIL QUINIENTOS SETENTA Y DOS PESOS 60/100)

CONDICIONES DE VENTA:

PRECIOS.- Nuestros precios son firmes durante 15 --- días a partir de la fecha de cotización, pudiendo tener elevación de precio conforme al porcentaje que sufran los materiales en el mercado.

ANTICIPO.- El anticipo deberá de ser de un 50% del - valor del contrato, puesto a nuestra disposición a la firma del - mismo, el resto a la entrega de la obra.

ENSAMBLE:- En las obras fórneas solicitamos para el personal de ARQUIMODULOS CLIMATIZADOS S. A. alimentación y hospedaje durante el montaje de la obra.

FLETES.- Nuestros precios son L.A.B. en nuestra fá-- brica de Puebla, por lo que el cliente debe cubrir el costo del - transporte de los materiales y equipo a la obra, o bien poner a - nuestra disposición el o los vehiculos necesarios.

A T E N T A M E N T E

M. E. de la Cruz Loreda.

D I R E C T O R

XVII.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA

VENTAJAS :

- a).- Normalización de la producción durante 365 días al año.
- b).- Alimento natural y libre de contaminación.
- c).- No depende del clima ni está expuesto a siniestros.
- d).- Buena aceptación por el ganado.
- e).- Fácil de racionar y proporcionarlo a los animales.
- f).- Permite la mejor utilización de esquilmos agrícolas, por la gran cantidad de enzimas que -- produce.
- g).- Rescate de minerales, proteínas y vitaminas que se pierden en el suelo.
- h).- Alimento producido en poco espacio.
- i).- Alimento de gran valor nutritivo.
- j).- Alimento de buena convertibilidad nutricional y digestiva.
- k).- Alimento producido a un bajo costo.

DESVENTAJAS :

- a).- Los intereses del capital invertido para la instalación y los gastos de manutención y amortización.
- b).- Los gastos para el funcionamiento de la instalación y la adquisición de insumos.

XVIII.- RESULTADOS

El germinador inductivo de granos, permite obtener en forma constante, un alimento ideal para el ganado, de gran valor nutritivo y en una pequeña superficie.

El potencial de producción de alimento de cebada germinada, es superior a 600 toneladas por año, que se obtienen en 52 metros cuadrados, cantidad que se obtendría -- en una buena cosecha de alfalfa en 7.5 hectáreas, pero a diferencia de un mayor valor nutritivo por parte del germinado de cebada.

La digestibilidad que los germinados tienen, permite un aprovechamiento total del alimento, que se traduce en carne y leche de óptimas características para el mercado y consumo humano. Además, el alimento está libre de cualquier contaminación de hongos o bacterias, siendo por tal motivo sano e higiénico y con una cantidad abundante de enzimas que ayudan a desdoblar otros alimentos.

El módulo germinador requiere muy poca mano de obra para su mantenimiento y operación, de tal manera que, un sólo operador necesita de 2 a 3 horas diarias y el tiempo restante puede dedicarse a otras actividades durante la jornada laboral.

Otro aspecto importante, es el rescate de nutrientes que se pierden en el suelo, cuando se realiza cualquier cultivo en la forma tradicional.

Este sistema permite recuperar, tanto el agua como los nutrientes que son aplicados y no aprovechados por la planta, debido a que el cultivo se encuentra en inmejorables condiciones de drenaje y el módulo cuenta con un efectivo sistema de recuperación.

El módulo de 52 metros cuadrados, produce más de 11.5 toneladas en una semana y se necesitan como máximo 500 litros de agua, por lo que resulta ideal para la mayoría de las zonas de México que padecen la falta de este vital líquido.

XIX.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

La deficiencia actual que nuestro país tiene en la producción de granos, repercute en la alimentación del pueblo mexicano. La inseguridad en la producción del campo, por factores climatológicos, impiden un suministro constante de alimentos para producir leche y carne.

El costo de los insumos afecta, lógicamente, en los precios finales en los que lo adquiere el consumidor. Los precios tope de la carne, leche, huevo y otros, obligan a los ganaderos a buscar formas que permitan abatir sus costos y por consecuencia, obtener mayores ingresos con el mismo esfuerzo y con la misma fuente de trabajo.

Salvo los altos costos de instalación y mantenimiento del módulo germinador inductivo de granos, el beneficio que se obtiene con este sistema, es de gran valor para la economía del país, principalmente para la ganadería, sobre la cual están depositadas confianza y trabajo, para lograr su desarrollo y colocar a México en un lugar preponderante, ante los países que fundan su economía en esta rama.

Desde el punto de vista alimenticio, la ganadería se basa en la producción agrícola de forraje, la cual, en ocasiones, no es suficientemente abundante para abastecer a los productores de carne y leche de la pastura necesaria. En otras ocasiones, la producción agrícola es afectada por algún siniestro natural, pero en ambos casos la ganadería es perjudicada.

Año tras año podemos leer en los diarios las grandes pérdidas económicas, que por concepto de falta de agua y alimento sufre la ganadería.

Esto no sucedería si empleáramos las técnicas modernas para la producción de forraje, técnicas que permitan aprovechar al máximo cuando se dispone de una -- cantidad pequeña de agua, así como los insumos de semilla y fertilizante y la superficie no cultivable.

De acuerdo con lo anterior, con el sistema hidropónico de producción de forraje, si es posible obtener, durante los 365 días del año, alimento de excelente calidad nutricional.

El agua es un factor limitante para la agricultura y la ganadería y una de las mayores ventajas de este sistema, es la de que se necesita un suministro de agua muy bajo, por el orden de los 70 litros al día, -- para producir alimento suficiente para 100 cabezas de ganado a razón de 15 Kgs. de germinado de cebada por animal al día.

Se ha observado, en la práctica, que la cantidad de agua que consumen las plantas en el módulo tipo de 52 metros cuadrados, puede ser suministrado aún por el gasto más pequeño.

Estas características hacen que el sistema de producción de germinado se presente como una solución al problema de escasez de forraje en las zonas ganaderas de mayor relevancia en nuestro país.

Para concluir sólo resta mencionar la importancia que tiene el realizar investigación en esta área, -- con el fin de reducir, en un momento dado, los costos de instalación y operación del módulo germinador, utilizando para ello equipo y materiales más económicos, -- pero que permitan obtener las condiciones propicias para lograr la germinación y desarrollo de las semillas. De igual manera, efectuar estudios económicos para determinar hasta qué punto es posible desarrollar este sistema en las regiones pecuarias del país.

BIBLIOGRAFIA.-

- 1) DURANY U.- 1977-HIDROPONIA CULTIVO DE PLANTAS SIN TIERRA. 2a. EDICION. EDITORIAL SINTES. BARCELONA, ESPAÑA.
- 2) PENNINGSFELD F.- 1975-CULTIVOS HIDROPONICOS Y EN TURBA. 1a. EDICION. EDICIONES - MUNDI-PRENSA, ESPAÑA.
- 3) ROBLES SANCHEZ R.- 1978-PRODUCCION DE GRANOS- Y FORRAJES. 2a. EDICION. EDITORIAL-LIMUSA, MEXICO.
- 4) ROJAS GARCIDUENAS M.- 1979-FISIOLOGIA VEGETAL APLICADA. 2a. EDICION. LIBROS Mc. - GRAW-HILL, MEXICO.

(*) COMUNICACION DIRECTA.

