

**INSTITUTO TECNOLÓGICO BERTO NICOLI**  
**CARRERA AGROPECUARIA**



Hacia una educación superior de calidad..

**HIDRORETENEDOR AGRÍCOLA  
MEDIANTE EL HIDROGEL DE  
ALMIDÓN DE YUCA**

Graduación por excelencia  
para optar el Título de  
Técnico Superior en  
Agropecuaria

Postulantes: Beatriz Angelica Lujan Choque  
Celmira Cindy Apaza Ledezma  
Tutor: Ing. Claudio Vásquez Salinas

Cochabamba – Bolivia  
Diciembre-2019

## **DEDICATORIAS**

### **A DIOS**

Por ser fuerte inagotable de inspiración, fortaleza constante de fe y amor durante esta etapa en mi vida.

### **A MIS QUERIDOS PADRES**

Quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento por haberme brindado su apoyo constante y por la confianza puesta en mí, en este proceso de estudio culminado, por la paciencia, el cariño y ser la motivación de este logro.

### **A MIS HERMAN@S**

Por todo su apoyo que me dieron y la confianza, guías y ejemplo de superación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente agradezco a dios por darme la sabiduría, a mis padres a mis familiares, herman@s quienes me apoyaron con su comprensión y su apoyo para seguir adelante.

Al instituto tecnológico Berto Nicoli por contribuir a mi formación profesional.

A los ingenieros: Claudio A. Vázquez Oscar Leon y por la orientación, asesoramiento y el aporte para la realización del presente proyecto y a los ingenieros de la carrera agropecuaria.

Al rector Lic. Edwin Olmos y la académica Lenny Tapia y al plantel docente de la administración por las enseñanzas impartidas en mi formación.

## RESUMEN

La problemática de la producción agrícola en las regiones áridas y semiáridas y aquellas productores urbanos y periurbanos reside mayormente en la escasez de agua para riego y en la baja calidad de los suelos, por lo cual, es importante buscar alternativas y formas eficientes de manejo de los recursos hídricos en estas regiones en un marco de absoluta racionalidad y sustentabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de retención hídrica con el uso de hidrogel a base de almidón de yuca, como mejorador de la implantación y crecimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Se compararon tres tratamientos con dosis de 20, 25 y 50 kg. /m<sup>2</sup>, con el fin de determinar si el uso de dicha enmienda mejoraba la producción del cultivo de lechuga.

También se utilizan como un remplazo de suelo debido a que absorben agua, el riego se reduce a una vez al mes o una vez cada 4 o 6 semanas también se puede usar como enraizado de esquejes o iniciar germinación de semillas o bulbos.

### **Tendrá beneficios como ser:**

- Retención de humedad en las plantas, Fertilizante.
- Germinar en poco tiempo, semillas.
- Ahorra hasta un 80% de agua y tiempo en procesos de riego.
- Los cultivos se mantendrán hidratados, reduce un 50% la frecuencia de riego y mano de obra.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. TÍTULO.....	1
2. DIAGNOSTICO.....	1
2.1. FUNDAMENTACIÓN.....	1
3. CONTEXTO DE REALIZACIÓN .....	2
3.1. Establecimiento del cultivo.....	2
3.2. Características del almidón de yuca.....	4
3.3. Componentes del almidón .....	4
3.4. Gelatinización .....	7
3.5. Gelificación y retrogradación .....	8
4. ACTORES QUE INTERVIENEN.....	10
5. BENEFICIARIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS .....	10
6. OBJETIVOS.....	11
6.1. Objetivo general.....	11
6.2. Objetivo específicos.....	11
7. PLAN DE ACCIÓN .....	12
8. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO .....	15
8.1. Ejecución .....	15
8.2. Producción de lechuga variedad blanca ( <i>Lactuca Sativa.</i> ) incorporado hidrogel. 25	
8.2.1. <i>Origen y domesticación del cultivo de la lechuga variedad blanca</i> <i>(Lactuca Sativa.)</i> .....	25
8.2.2. <i>Características de la lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa.)</i> .....	25
8.2.3. <i>Taxonomía de la lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa.)</i> .....	26
8.2.4. <i>Descripción botánica de la lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa.)</i> .....	27
8.2.5. <i>Caracteres fisiológicos de la Lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa.)</i> .....	30
8.2.6. <i>Propiedades nutricionales y medicinales de la lechuga variedad blanca</i> <i>(Lactuca Sativa.)</i> .....	32
8.2.7. <i>Calidad de semilla</i> .....	34

8.2.8. Condiciones edafológicas del cultivo de la lechuga variedad blanca ( <i>Lactuca Sativa.</i> ).....	37
8.2.8.1. Requerimientos edafoclimáticos: .....	37
8.2.9. Manejo agronómico de la lechuga variedad blanca ( <i>Lactuca Sativa.</i> ) .....	39
8.2.10. Plagas y enfermedades.....	40
8.2.10.1. Plagas .....	40
8.2.10.2. Enfermedades:.....	41
8.2.11. Época de cosecha.....	42
8.2.12. Cosecha y Recolección.....	42
8.2.13. Pos-cosecha.....	43
8.3. Seguimiento y monitoreo.....	46
9. RESULTADOS OBTENIDOS .....	47
10. CONCLUSIONES .....	49
11. RECOMENDACIONES.....	50
12. FUENTES DE INFORMACIÓN BIBLIOGRAFÍA .....	51

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Propiedades fisicoquímicas del almidón. ....	6
Cuadro N° 2: Representación gráfica del conjunto de hechos en función del tiempo.....	12
Cuadro N° 3: Costos de producción de la elaboración del hidrogel.....	14
Cuadro N° 4: Costo unitario de hidrogel para productores .....	15
Cuadro N° 5: Diagrama de flujo para la obtención de almidón de Yuca. ....	17
Cuadro N° 6: Descripción de cada una de las etapas de la extracción del mucilago de la penca de tuna .....	22
Cuadro N° 7: Clasificación taxonómica de la lechuga .....	26
Cuadro N° 8: Composición de la lechuga ( <i>Lactuca sativa</i> L.) por 100 gramos de porción comestible .....	32
Cuadro N° 9: Descripción de plagas, manejo y control.....	40
Cuadro N° 10: Principales enfermedades en lechuga.....	41
Cuadro N° 11: Descripción del desarrollo del programa.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Extracción de almidón de yuca.....	16
Figura N° 2: Extracción de la mucosa de la penca de tuna.....	23
Figura N° 3: Elaboración del hidrogel.....	24
Figura N° 4: Descripción botánica de la lechuga. ....	29
Figura N° 5: Crecimiento y desarrollo de la lechuga.....	31
Figura N° 6: Lechuga variedad blanca lista para ser cosecha.....	43

## **1. TÍTULO**

### **HIDRORETENEDOR AGRICOLA MEDIANTE EL HIDROGEL DE ALMIDON DE YUCA**

## **2. DIAGNOSTICO**

El uso del agua y las técnicas para su eficiencia determinan el éxito en la producción de los cultivos. Normalmente se riega 1 m<sup>2</sup> con unos 10 lts. de agua, en hidroponía se estima que se puede mejorar la eficiencia de riego en un 90 %, con el hidrogel con base de almidón de yuca la eficiencia sería de un 95 %.

En la actualidad la población boliviana viene tratando de superar las enfermedades que son causadas por la mala alimentación; por ello se está buscando proporcionar una alimentación sana y equilibrada, en base a productos locales alternativos que permitan mejorar las condiciones de salud de la población.

### **2.1. FUNDAMENTACIÓN**

Una estrategia de preparación de hidrogeles naturalmente basados en almidón, con potenciales aplicaciones en la agricultura y protección ambiental, resume las diferentes vías que pueden abordarse para la transformación del almidón en un hidrogel. El almidón de yuca en gel puede utilizarse eficientemente en el sector agrícola, al constituirse en una alternativa interesante a los métodos tradicionales de propagación e hidratación de la planta, ya que permiten obtener una gran cantidad de material vegetal libre de patógenos en un corto periodo de tiempo.

El agua ha sido considerada desde siempre como el factor que más incide en la producción de alimentos en el mundo. El estrés hídrico es a menudo el factor ambiental más importante que afecta la sobrevivencia, el crecimiento y el desarrollo de las especies vegetales.

El hidrogel a base de almidón de yuca, es un producto orgánico elaborado a bajo costo el cual podría estimular a la población para constituirse en un emprendimiento a nivel familiar, de tal manera generar ingresos económicos al mismo productor.

Este producto es apto para la mayor parte de la población rural, para agricultores urbanos y periurbanos.

### **3. CONTEXTO DE REALIZACIÓN**

Esta práctica se realizó en el municipio de sacaba zona villa obrajes Se encuentra a 16 Km de Cochabamba a una altura de 2719 m. s. n. m; con una temperatura media anual es de 16.7 °C; con una precipitación pluvial de 459 mm.

Este sistema de producción se desarrolla en pequeñas superficies con una producción limitada, generalmente se trabaja con un bajo nivel de experiencia y no ocupa mano de obra asalariada.

#### **3.1. Establecimiento del cultivo**

En la comunidad (villa obrajes) se procedió al establecimiento de las parcelas experimentales, delimitando el área del cultivo y las labores de pre-siembra (remoción del terreno, nivelación, etc.), dando las condiciones apropiadas para posteriormente proceder al trasplante y aplicación del hidrogel de las lechugas variedad White.

Los almidones son polímeros naturales compuestos por amilosa y amilopectina, se han utilizado debido a sus propiedades espesantes y aglutinantes para gelificar medios de cultivos.

Los hidrogeles de almidón de yuca, de sus componentes puros y de sus derivados, se incorpora al suelo para mantener la humedad, también se utilizan como un remplazo de

suelo debido a que absorben agua, el riego se reduce a una vez al mes o una vez cada 4 o 6 semanas, de igual forma se puede usar como enraizador de esquejes o iniciar germinación de semillas de hortalizas.

El hidrogel de almidón de yuca, mantiene los niveles de humedad y aireación del suelo o puede sustituir el suelo, aportan nutrientes a las plantas.

Es desarrollado como un aditivo de agua de la tierra, pero se puede utilizar con o sin tierra.

Pueden resultar más atractivos para algunas aplicaciones que los hidrogeles sintéticos, debido principalmente a su biodegradabilidad.

A continuación, se presenta un punteo de los beneficios del uso del hidrogel de almidón de yuca:

- Retención de humedad en las plantas.
- Fertilizante.
- Germinación en poco tiempo.
- Ahorra hasta un 95% de agua y tiempo en procesos de riego.
- Los cultivos se mantendrán hidratados.
- Reduce más del 50% la frecuencia de riego y mano de obra.
- Reduce las pérdidas por lixiviación de nutrientes.

### **3.2. Características del almidón de yuca**

El almidón es el polímero natural más importante que existe y es la mayor fuente de energía obtenida de varias plantas. Se encuentra en las semillas de cereales (maíz, trigo, arroz, sorgo), en tubérculos (papa), en raíces (yuca, batata, arrurruz), en semillas de leguminosas (frijoles, lentejas, guisantes), frutas (bananas y manzanas y tomates verdes), troncos (palma sago) y hojas (tabaco) (Alarcón y Dufour, 1998).

El alto contenido de almidón de la yuca y su mayor proporción de amilosa, en comparación con otras fuentes de almidón, hace de este un importante cultivo industrial además de ser un cultivo alimenticio rico en calorías. El almidón de yuca es la segunda fuente de almidón en el mundo después del maíz, pero por delante de la papa y el trigo; se usa principalmente sin modificar, es decir como almidón nativo, pero también es usado modificado con diferentes tratamientos para mejorar sus propiedades de consistencia, viscosidad, estabilidad a cambios del pH y temperatura, gelificación, dispersión y de esta manera poder usarlo en diferentes aplicaciones industriales que requieren ciertas propiedades particulares (Alarcón y Dufour, 1998).

### **3.3. Componentes del almidón**

El almidón está constituido por unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: amilosa y amilopectina; su proporción varía de un tipo a otro según sea su fuente. Estas macromoléculas se caracterizan por su grado de polimerización o ramificación lo cual afecta su comportamiento frente a los procesos de degradación (Delpeuch y Favier, 1980).

El contenido de amilosa y el grado de polimerización -número total de residuos anhidroglucosa presentes dividido por el número de terminales reducidos son importantes en la determinación de las propiedades físicas, químicas y funcionales del

almidón. Por ejemplo, el tamaño de los gránulos del almidón muestra relación con la proporción amilosa/amilopectina (Delpeuch y Favier, 1980).

El almidón de yuca tiene entre 17-22 por ciento de amilosa. La estructura y la cantidad relativa de ambos componentes del almidón juegan un papel importante en la determinación de las propiedades fisicoquímicas del almidón (Delpeuch y Favier, 1980).

La organización intramolecular entre amilosa y amilopectina con enlaces hidrógeno entre los grupos alcoholicos, directamente o a través de moléculas de agua, conduce a la formación de zonas cristalinas (capas densas con un alto número de ramificaciones) y amorfas [(capas menos organizadas ricas en puntos de enlaces  $\alpha$ -D-(1 $\rightarrow$ 6)]. Esto da al almidón una estructura semicristalina (Delpeuch y Favier, 1980).

**Cuadro N° 1: Propiedades fisicoquímicas del almidón.**

<b>Almidón</b>	<b>Tipo</b>	<b>Morfología</b>	<b>Diámetro (µm)</b>	<b>Contenido de amilosa (%)</b>	<b>T° de gelatinización (°C)</b>	<b>T° de gelificación (°C)</b>	<b>Propiedades de cocción</b>
Maíz	Cereal	Redondo poligonal	5-30	25	62-72	80	Gel opaco
Papa	Tubérculo	Ovalado esférico	5-100	20	59-68	64	Claro cohesivo tendencia a gelificar
Yuca	Raíz	Ovalado truncado	4-35	17	62-73	63	Claro cohesivo tendencia a gelificar

**Fuente:** (Waniska y Gómez, 1992).

El motivo por el cual decidimos utilizar el almidón de yuca fue por la consistencia de la gelificación no se necesitaba mucha agua para formarse gránulos para la formación del hidrogel el tiempo que dura es favorable es de un largo plazo para la retención de agua. Las características funcionales de los almidones son: solubilidad, capacidad de retención de agua, poder de hinchamiento, tendencia a retrogradar, propiedades de la pasta

(viscosidad, consistencia, estabilidad del gel, claridad y resistencia al corte, digestibilidad enzimática y capacidad de emulsificación.

Durante un tratamiento hidrotérmico, el almidón sufre una serie de modificaciones que van a influir sobre su estructura, pasando por tres fases importantes: gelatinización, gelificación y retrogradación, los cuales causan hinchamiento, hidratación, fusión y ruptura de los gránulos de almidón.

### **3.4. Gelatinización**

En una primera fase el agua se difunde por las zonas amorfas del gránulo de almidón, produciéndose un primer hinchamiento que es reversible. Durante esta etapa de cocción, la amilosa se solubiliza y el almidón sufre una dispersión coloidal constituida por una fase continua o disolvente que se enriquece en amilosa y una fase dispersa de gránulos de almidón hinchados y enriquecidos en amilopectina (Waniska y Gómez, 1992).

En esta etapa, los gránulos conservan sus propiedades ópticas incluyendo la capacidad de refractar la luz polarizada (birrefringencia), la cual está asociada a la alineación de las moléculas dentro del gránulo. Se ha observado que los gránulos de almidón de yuca tienen baja birrefringencia a temperaturas entre 58-64 °C, comparados con los gránulos de maíz que la poseen a temperaturas entre 62-68 °C. Si el calentamiento continúa, las moléculas de agua alrededor de los gránulos rompen los enlaces de hidrógeno en el interior de los gránulos, estos absorben agua lentamente y se hinchan (Waniska y Gómez, 1992).

Este proceso es irreversible y ocurre después de que se alcanza una temperatura crítica que depende de la humedad presente, definida como la temperatura de transición vítrea  $T^{\circ}$  (Temperatura de gelatinización) la cual es característica de cada almidón, pero también depende de la concentración de la suspensión (Waniska y Gómez, 1992).

Cuando la molécula de almidón está completamente hidratada empieza a expandirse -se abre la hélice de la cadena- primero hacia el extremo externo y la cadena lineal más corta (amilosa) tiende a difundirse. Alcanzada esta temperatura se incrementa el hinchamiento y la birrefringencia desaparece; este fenómeno endotérmico se denomina *gelatinización* (Waniska y Gómez, 1992).

La gelatinización ocurre en un intervalo de temperatura muy limitado, produce el hinchamiento del gránulo y la solubilización parcial de los polímeros, fenómenos que inducen la aparición de propiedades viscoelásticas las cuales se generan en un amplio intervalo de temperatura (Waniska y Gómez, 1992).

La absorción de agua y el aumento de volumen van acompañados de un fuerte aumento de la viscosidad hasta llegar a un máximo llamado *pico de viscosidad*, en el cual el gránulo se rompe y ocurre una difusión de amilosa y amilopectina, generándose una mezcla de gránulos hinchados ricos en amilopectina, gránulos fundidos hidratados y moléculas disueltas de amilosa (Howling, 1980).

La máxima viscosidad es el resultado del máximo hinchamiento, formándose una dispersión en medio acuosa, la cual es llamada pasta o engrudo. Cuando la temperatura de una suspensión acuosa de almidón es superior a la temperatura de gelatinización, los enlaces de hidrógeno se continúan destruyendo, las moléculas de agua empiezan a anexarse a los hidroxilos liberados y los gránulos se continúan hinchando. Como resultado directo del hinchamiento de los gránulos hay un incremento de la solubilidad del almidón (Howling, 1980).

### **3.5. Gelificación y retrogradación**

Durante la etapa de enfriamiento se distinguen dos etapas, la gelificación y la retrogradación. En la gelificación las moléculas de almidón se vuelven menos solubles y tienden a agregarse (Howling, 1980).

La retrogradación es la cristalización de las cadenas de los polímeros que son agregados en el gel, cuando las pastas de los almidones son enfriadas y ocurre en tres estados:

a) Dilatación de las cadenas debido al rompimiento de los enlaces intermoleculares que mantienen la configuración helicoidal (Mestres, 1996).

b) Pérdida del límite de agua seguido de una reorientación de las moléculas y, finalmente (Mestres, 1996).

c) Una formación de enlaces de hidrogeno entre moléculas adyacentes formando una estructura cristalina (Mestres, 1996).

Esta cristalización va a endurecer el gel y acarrear el fenómeno de sinéresis, es decir, la expulsión de una parte del disolvente fuera del gel que produce una caída de la viscosidad. El grado de retrogradación es afectado por la concentración de amilosa y amilopectina, tamaño molecular, temperatura, pH y los componentes diferentes al almidón presentes en el medio. Es favorecido por bajos pH, aunque a valores de  $\text{pH} < 3$  la cantidad de material precipitado disminuye debido a la hidrólisis del almidón (Howling, 1980).

La estructura de amilosa permite la formación de muchos sitios de enlace entre moléculas adjuntas por lo cual la retrogradación es asociada en gran parte con la fracción de amilosa, adicionado a su alto peso molecular. Altas concentraciones de amilosa implican formación de geles fuertes, opacos y que sufren sinéresis. Bajas proporciones de amilosa generan dispersiones claras y viscosas que no gelifican (Howling, 1980).

#### **4. ACTORES QUE INTERVIENEN**

La producción de conocimientos (tangibles o intangibles) en beneficio de la comunidad. Ya que en algunas comunidades se ve la escases de agua ya que cuando se riega una lechuga se gasta 2litros de agua por planta, mientras utilizando el hidrogel estarías reduciendo el riego por planta solo estarías gastando 500ml por planta que esto durara todo su ciclo de producción de la lechuga.

Con este producto están ahorrando agua y también estarías reduciendo mano de obra.

Este producto no es toxico para las plantas ya que mejor suele servir como fertilizante para la planta.

#### **5. BENEFICIARIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS**

- El hidrogel a base de almidón de yuca, ayudara a los agricultores productores urbanos y periurbanos para la producción de plantines sin necesidad de preparar un sustrato, también productores de hortalizas, forrajes y los que se dedican a enraizar esquejes.
- También serán beneficiadas las personas que tienen macetas en casa u oficina, huertos familiares, etc.
- De esta manera Los agricultores las familias y personas, estarán beneficiados ya que el hidrogel les ayudara en el mantenimiento de sus plantas, estarán sin necesidad de regar agua durante 2-3 semanas, no estén sufriendo la escases de agua que hay hoy día, también sirve como fertilizante además de ser biodegradable.

- Disminuirán el consumo de agua en sus cultivos, los agricultores ya no necesitaran de un sustrato ni tendrán que desinfectarlo para germinar sus semillas, y lo lograran en menos tiempo.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1.Objetivo general**

- Elaborar un hidrogel a base de productos orgánicos (almidón de yuca y penca de tuna).
- Fabricar un hidrogel a base de almidón de yuca, el cual tenga la capacidad de fertilizar y retener agua durante un largo periodo.

### **6.2.Objetivo específicos**

- Elaborar hidrogel a base de un polímero absorbente, que conserve agua en su estructura.
- Determinar si el hidrogel con almidón de yuca tiene la capacidad de retener agua y los nutrientes necesarios para la fertilización de una planta.
- Obtener una germinación de semillas sanas en un corto tiempo.
- Obtener un desarrollo óptimo del cultivo lechuga reduciendo las labores culturales durante ciclo de las plantas.
- Evaluar el efecto del hidrogel a base de almidón de yuca en la producción de lechuga.

## 7. PLAN DE ACCIÓN

### a). Cronograma

**Cuadro N° 2: Representación gráfica del conjunto de hechos en función del tiempo**

<b>N°</b>	<b>Nombre de la Etapa</b>	<b>Duración de Etapa (días, meses,)</b>	<b>Breve descripción de la etapa</b>
<b>1</b>	<b>Fase pre experimental y revisión bibliográfica</b>	3 días	Revisión bibliográfica de diferentes autores
<b>2</b>	<b>Fase experimental</b>	5 días	Elaboración del proyecto en base a la información encontrada
<b>3</b>	<b>Fase de practica</b>	45 días	Ensayos, aplicación del proyecto en el campo.
<b>4</b>	<b>Fase final o interpretación de resultados</b>	60 días	Análisis de los resultados obtenidos

**Fuente:** Elaboración propia

### b). Responsables

Los responsables del proyecto son las estudiantes de la carrera de agropecuaria y su tutor:

#### **Estudiantes:**

- ✓ Beatriz Angélica Lujan Choque
- ✓ Celmira Cindy Apaza Ledezma

**Tutor:**

✓ Ingeniero Agrónomo Claudio Aníbal Vázquez Salinas

**c). Recursos físicos**

**- *Materiales:***

- Envase de vidrio y plástico
- Bandejas
- Espátula
- Olla
- Jarra
- Balanza

**- *Insumos:***

- Almidón de yuca
- Agua destilada
- Alcohol
- Penca de tuna
- Agar
- Semillas
- Tierra vegetal

#### d). Presupuesto

- El hidrogel costara 5 Bs el kg, por planta lo recomendable es usar 800gr para hortalizas, jardinería, macetas, para forestales y frutales es de 1000gr por planta.
- Para germinación se recomienda utilizar 250 g en las bandejas que desees germinar tus semillas.

**Cuadro N° 3: Costos de producción de la elaboración del hidrogel**

N°	Ítem (materiales, insumos, mano de obra)	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Almidón de yuca	gr	2000	20	20
2	Agua destilada	ml	1500	10	10
3	Alcohol	ml	120	8	8
4	Frascos	-	3	3	9
5	Olla	-	1	10	10
6	Cuchara	-	1	5	5
7	Penca de tuna	ml	500	-	-
8	Mano de obra	Bs	1	50	100
<b>COSTO GENERAL</b>					164

**Fuente:** Elaboración propia

**Cuadro N° 4: Costo unitario de hidrogel para productores**

<b>Densidad</b>	<b>Cultivo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
2 m2 terreno	lechuga	20 kg	100 Bs
2 m2 de terreno	Forestales	8 kg	40 Bs
Bandejas 30cm * 30cm	Semillas de trigo, maíz , alverja	1 kg	5 Bs

**Fuente:** Elaboración propia

## **8. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO**

### **8.1.Ejecución**

#### **a). Extracción de almidón de yuca**

La extracción del almidón de yuca es un proceso más simple y sencillo que la extracción de almidón de maíz, trigo u otros cereales. La industria del almidón de yuca es de importancia considerando el hecho de que aproximadamente el 85 por ciento de los almidones exportados por los países en desarrollo son almidón de yuca si bien el Porcentaje de su producción en relación con la producción mundial de almidón es únicamente del ocho por ciento (Balagopalan y Padmaja, 1988).

**Figura N° 1: Extracción de almidón de yuca**



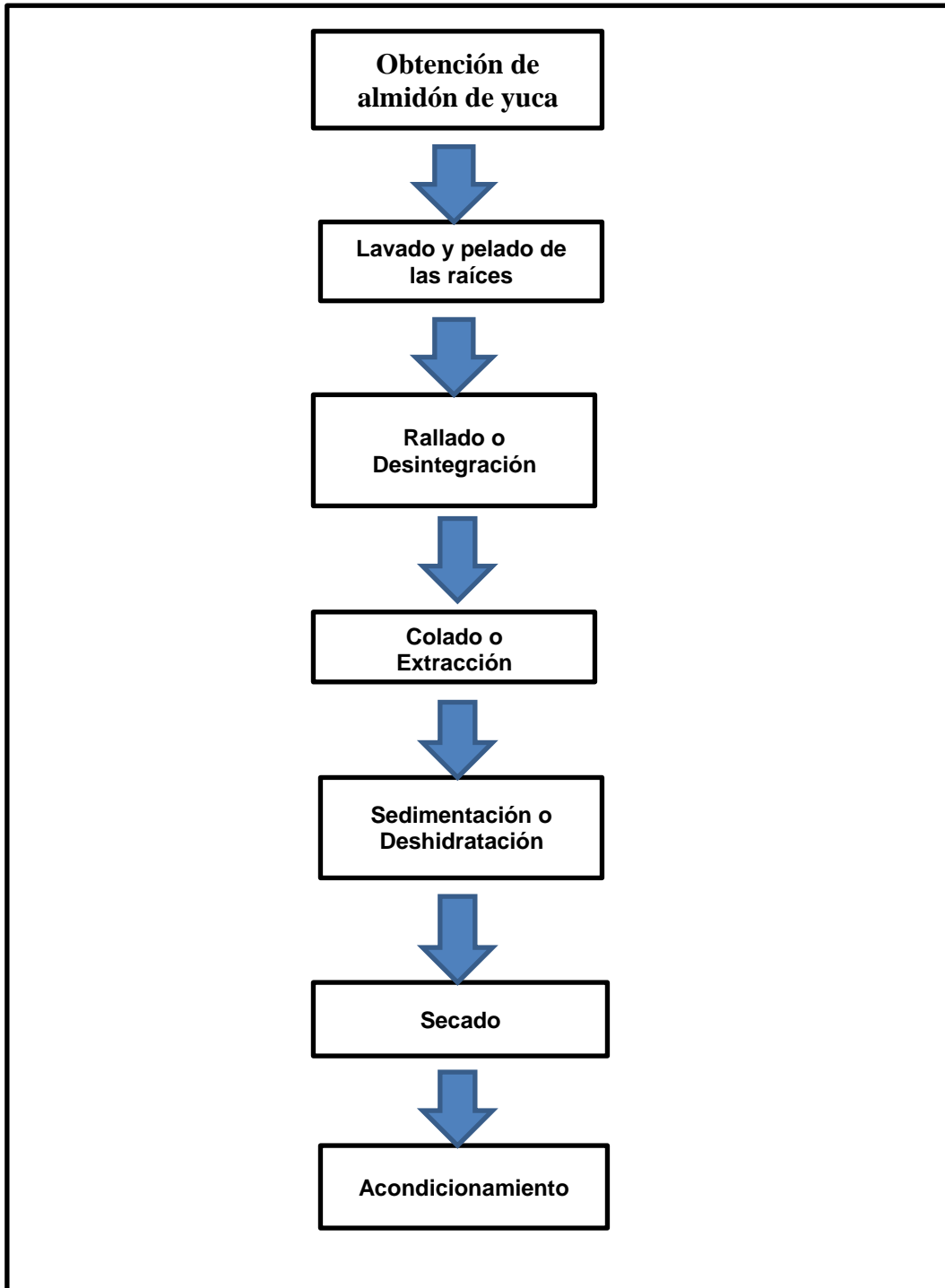
**Fuente:** elaboración propia

#### **- Componentes del almidón**

El almidón está constituido por unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: amilosa y amilopectina; su proporción varía de un tipo a otro según sea su fuente. Estas macromoléculas se caracterizan por su grado de polimerización o ramificación lo cual afecta su comportamiento frente a los procesos de degradación (Delpeuch y Favier, 1980).

El contenido de amilosa y el grado de polimerización -número total de residuos anhidroglucosa presentes dividido por el número de terminales reducidos- son importantes en la determinación de las propiedades físicas, químicas y funcionales del almidón. Por ejemplo, el tamaño de los gránulos del almidón muestra relación con la proporción amilosa/amilopectina (Delpeuch y Favier, 1980).

**Cuadro N° 5: Diagrama de flujo para la obtención de almidón de Yuca.**



**Fuente:** según Incap (2012).

*- Recepción de las raíces*

Las raíces una vez cosechadas deben ser transportadas a la planta de procesamiento dentro de las siguientes 24-48 horas para evitar su deterioro fisiológico y/o microbiano.

Un factor importante en la producción de almidón de yuca de alta calidad, es que todo el proceso desde la cosecha de las raíces hasta el secado del almidón sea ejecutado en el más corto tiempo posible (Alarcón y Dufour, 1998).

#### **- *Lavado y pelado de las raíces***

En esta etapa se elimina la tierra y las impurezas adheridas a las raíces. La cascarilla se desprende por la fricción de unas raíces con otras durante el proceso de lavado.

Normalmente, las pérdidas en el lavado son de 2-3 por ciento del peso de las raíces frescas. Se debe evitar pérdida de la cáscara ya que esta también contiene almidón.

#### **- *Rallado o desintegración***

En esta etapa se liberan los gránulos de almidón contenidos en las células de las raíces de la yuca.

La eficiencia de esta operación determina, en gran parte, el rendimiento total del almidón en el proceso de extracción. Si el rallado no es eficiente, no se logran separar totalmente los gránulos de almidón de las fibras; el rendimiento del proceso es bajo y se pierde mucho almidón en el afrecho desechado (CIAT, 1995).

Por otra parte, si el rallado es demasiado fino, los gránulos muy pequeños de almidón sufren daño físico y más tarde deterioro enzimático; la sedimentación sería más lenta ya que el gránulo fino pierde densidad y además se formaría mayor cantidad de mancha (CIAT, 1995).

**- Colado o extracción**

En esta etapa se realiza la separación de la pulpa o material fibroso de la lechada de almidón. Se debe evitar que pequeñas partículas de fibra pasen a la lechada de almidón; es por ello que en muchos casos se recomienda realizar un recolado de la lechada con el objeto de retener las fibras finas que pudieron pasar a la lechada.

**- Sedimentación o deshidratación**

Se realiza por medio de sedimentación o centrifugación, para separar los gránulos de almidón de su suspensión en agua.

**- Secado**

Puede ser realizado dependiendo del nivel tecnológico por secado solar o artificial. En ambos casos, se busca remover la humedad del almidón hasta un 12- 13 por ciento.

**- Acondicionamiento**

Comprende las etapas de molienda, tamizado y empaque.

## **b) Extracción de la penca de tuna**

### **- Tipos y Características de *Opuntia Spp.***

Se conocen casi 300 especies del género *Opuntia*. Sin embargo, hay solo 10 o 12 especies hasta ahora utilizadas por el hombre, ya sea para producción de fruta y nopalitos para alimentación humana, forraje o cochinilla para obtención de colorante (Saenz, *et.al*, 2006).

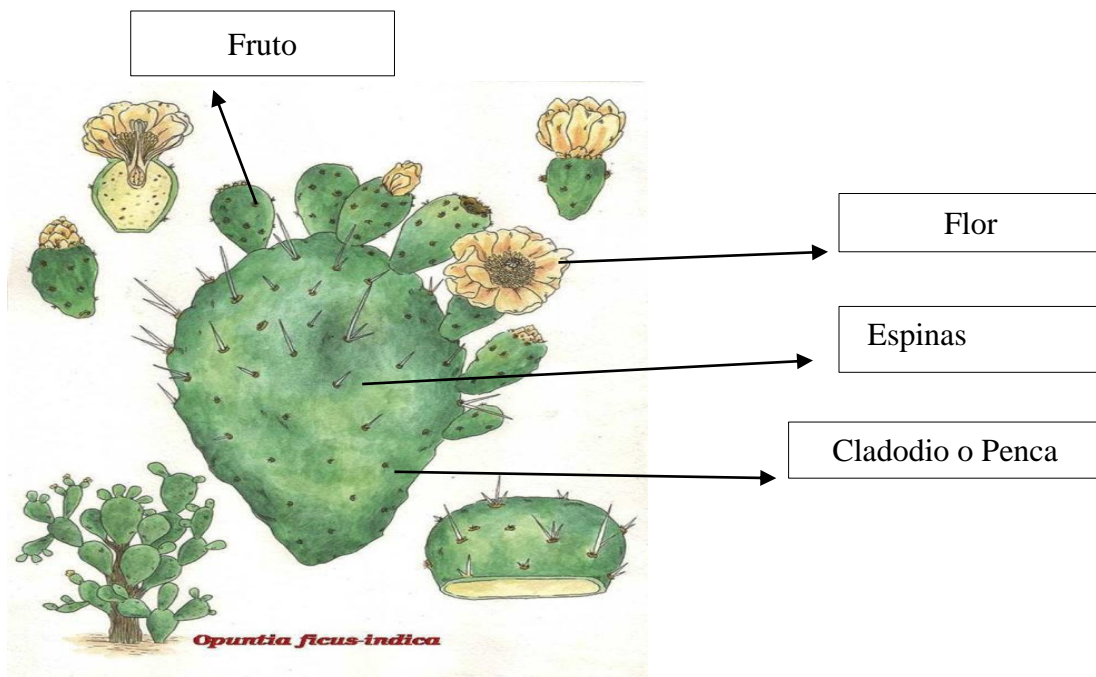
Entre ellas se encuentran, como especies cultivadas para producción de fruta: *Opuntia ficusindica*, *O. amyclaea*, *O. xoconostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*. Como especies silvestres: *Opuntia hyptiacantha*, *O. leucotricha* y *O. robusta*. De las especies citadas, la más ampliamente cultivada en distintas partes del mundo es *Opuntia ficus indica*; es más, en la cuenca del Mediterráneo es la única *Opuntia* que se cultiva (Uzun, 1997) y se emplea con diferentes propósitos.

Las características de estas especies son variables, diferenciándose en la forma de los cladodios, en la presencia o ausencia de espinas, en el tamaño y color de los frutos y en otras características botánicas. Por ejemplo, los frutos de *Opuntia ficus-indica* son dulces, jugosos, de color amarillo, anaranjado, rojo o púrpura, con mucha pulpa y cascara de grosor variable, pero generalmente delgada (Saenz, *et.al*, 2006).

### **- Importancia Ecológica**

La *Opuntia ficus* puede ser un recurso importante en la economía rural y de las zonas áridas en general, por los altos rendimientos que se pueden obtener en la fruta y demás usos en las vastas superficies que no cuentan con una precipitación pluvial adecuada para la siembra de especies más exigentes en agua y suelo, que la *Opuntia ficus*. Esta planta es muy eficaz para adaptarse y crecer donde confluyen mayor número de factores limitantes que no son favorables para la mayoría de especies vegetales (Amaya, 2009).

**FIGURA 3** Esquema de la *Opuntia Ficus Indica*



**Fuente:** Rosa & Santana, (2001)

**- Mucilago de nopal**

Mucílago, se pueden extraer de las pencas maduras dándoles mayor utilidad o de pencas provenientes de la poda de plantas que se cultivan para producción de fruta, este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones.

**Cuadro N° 6: Descripción de cada una de las etapas de la extracción del mucilago de la penca de tuna**

<b>PROCESO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Selección</b>	Se recolectan pencas de 2 a 3 años de edad, se cosechan durante la mañana, ya que los ácidos de estas varían según la hora de cosecha por tratarse de plantas con metabolismo ácido de las crasuláceas.
<b>Lavado Cepillado</b>	Luego de la selección y antes de entrar al proceso, la fruta debe ser lavada, con agua limpia. En el caso de los nopalitos, al igual que en el caso de la tuna, la remoción de las espinas forma parte de la limpieza. Esta se lleva a cabo en forma manual, con cuchillos afilados; de igual modo ocurre con el pelado manual de la tuna.
<b>Pelado</b>	Luego del des espinado, con un cuchillo casero se elimina la cutícula y la epidermis, tratando de recuperar la mayor cantidad de colénquima y parénquima, que es donde se encuentra la mayor cantidad de células que almacenan el mucilago.
<b>Trituración</b>	Se mezclan la penca previamente pelada con agua destilada para facilitar la molienda, para facilitar la extracción de principios activos.
<b>Filtración</b>	Paso necesario para retirar restos de fibra y pulpa de la penca, se usará una tela adecuada para este procedimiento, para así poder quedarse con el líquido mucilaginoso.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 2: Extracción de la mucosa de la penca de tuna.**



**Fuente:** Elaboración propia

**b). Elaboración del hidrogel a base de almidón de yuca**

- Primeramente se pesó las cantidades de insumos que se usaran para la elaboración del gel: 2000 gr. de almidón de yuca, 1500 ml de agua destilada, 500 gr. de penca de tuna.
- Se colocó 1500 ml agua destilada en una olla.
- Se mezcló 2000 gr. de almidón de yuca en la olla.
- Se le agrego 500ml de penca de tuna a la muestra.

- Se hirvió en fuego lento durante 3-4 minutos.
- Se apaga y se deja enfriar (ya tendremos un hidrogel para poder utilizarlo, ya sea para la germinación de semillas y también como hidrogel para aplicar en la zona radicular de las plantas para mantener su humedad).
- Se tomó 10 envases de vidrio desinfectado para cultivar las semillas y 5 macetas con cultivo para hidratar y mantener la humedad de la planta).
- Se prosiguió a colocar 120 ml del gel en cada envase, se colocó semillas de cebada, arveja, maíz, trigo y lechuga a los frascos posteriormente se colocó en un ambiente húmedo para su germinación.
- Se hizo un seguimiento sobre las semillas de arveja, maíz, trigo y lechuga (su desarrollo fue óptimo con las condiciones que se dio a las semillas tuvimos en un corto periodo la germinación).
- Se verifico cada día las semillas que están germinando en las bandejas y vidrios, ya que en algunas pueden aparecer los hongos por un mal desinfectado.

**Figura N° 3: Elaboración del hidrogel**



**Fuente:** Elaboración propia

## **8.2. Producción de lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa.*) incorporado hidrogel**

### **8.2.1. Origen y domesticación del cultivo de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa.*)**

Las lechugas son nativas de las regiones templadas de Europa, Asia y América del Norte. Esta planta fue domesticada por los egipcios hacia el 4500 a.C. y se cultiva desde la antigüedad griega. Fue traída a América en los años 1600 por los europeos. Casi todos los botánicos consideran que la escarola es el origen de las variedades cultivadas de lechuga (de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997).

Antes de la domesticación por los humanos, la lechuga crecía de manera silvestre. Aún no está claro que especies participaron en la evolución que condujo a la lechuga moderna. Pero hay certera evidencia de que *Lactuca serriola* es uno de los ancestros directos, dado que los cromosomas entre *L. sativa* y *L. serriola* son muy similares morfológicamente y no tienen problemas en cruzarse libremente (de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997).

En los siguientes 400 años de su introducción a América, una gran variedad de tipos y formas de lechuga han sido desarrollados y actualmente cultivados en prácticamente todo el mundo (de Vries, 1990; Kesseli y otros, 1991; de Vries, 1997).

### **8.2.2. Características de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa.*)**

#### **- *Lechuga variedad blanca***

Lechuga tipo lisa verde, plantas de porte grande, compactas, de hojas color verde claro. Distancias de siembra de 0,30 m x 0,30 m, para una densidad de 65.000-75.000 plantas/ha; consumo de 82.500 semillas/ha. Resistente a la floración precoz y resistencia

moderada al virus del mosaico de la lechuga estirpe 2 (LMV-2) (ficha técnica de Semprecol).

Presentan cabeza cerrada o semiabierta, no apretada, superficie de las hojas muy lisa, textura suave, un tanto aceitosa, hojas verdes-amarillentas (Vallejo & Estrada, 2004).

Este tipo está conformado por variedades como White Boston, Floresta y Regina (Vallejo & Estrada, 2004).

Son lechugas muy susceptibles a daño mecánico. En otros países se conoce como lechuga trocadero, mientras que en Colombia se suele llamar lechuga lisa (Flórez *et al.*, 2012).

### 8.2.3. Taxonomía de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa.*)

**Cuadro N° 7: Clasificación taxonómica de la lechuga**

<b>TAXONOMIA</b>	
<b>Nombre científico</b>	Sativa var. Capitata (l.)
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>División</b>	Espermatofita
<b>Clase</b>	Angiosperma
<b>Orden</b>	Asterales
<b>Familia</b>	Compositae
<b>Genero</b>	Lactuca
<b>Especie</b>	Sativa

**Fuente:** Croquist et al. (1986).

#### 8.2.4. Descripción botánica de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*.)

- **Sistema radicular:** La lechuga es una planta anual autógama, que posee una raíz pivotante, relativamente gruesa en la corona que se adelgaza gradualmente en profundidad, la cual puede alcanzar más de 60 cm de profundidad. La mayor densidad de raíces laterales está cerca de la superficie; por lo tanto, la absorción de nutrientes y agua ocurre mayormente en los niveles superiores del suelo. (Ryder, 1999).

- **Hoja:** Por su forma son lanceoladas, oblongas o redondas. El borde de los limbos es liso, lobulado, ondulado, aserrado o dentado, lo cual depende de la variedad. Su color es verde amarillento, claro u oscuro; rojizo, púrpura o casi morado, dependiendo del tipo y el cultivar (Granval & Graviola, 1991; Valadez, 1997).

Las hojas sésiles están distribuidas en forma de espiral, en una roseta densa alrededor de un tallo corto (Ryder, 1999).

- **Tallo:** El tallo es pequeño, muy corto, cilíndrico y no se ramifica cuando la planta está en el estado óptimo de cosecha; sin embargo, cuando finaliza la etapa comercial, el tallo se alarga hasta 1,20 m de longitud, con ramificación del extremo y presencia, en cada punta, de las ramillas terminales de una inflorescencia (Valadez, 1997).

- **Flor:** Las flores están agrupadas en capítulos dispuestos en racimos o corimbos, compuestos por 10 a 25 floretes, con receptáculo plano, rodeado por brácteas imbricadas. El florete tiene pétalos periféricos ligulados, amarillos o blancos.

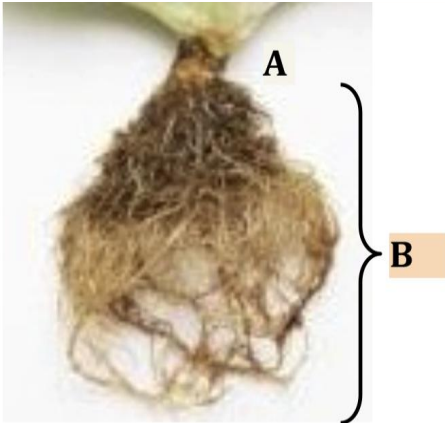
Los interiores presentan corola tubular de borde dentado. El androceo está formado por cinco estambres adheridos a la base de la corola, con presencia de cinco anteras soldadas que forman un tubo polínico, que rodea el estilo. El cáliz es filamentososo y, al madurar, la semilla forma el papus o vilano, que actúa como órgano de diseminación anemófila, o sea, por el viento. Los pétalos son soldados (gamosépalos) (Leslie & Pollard, 1954; Whitaker & Ryder, 1964; Valadez, 1997).

- ***Semilla:*** El fruto es un aquenio típico y la semilla es ex albuminosa, picuda y plana, la cual botánicamente es un fruto (Osorio & Lobo, 1983); tiene forma aovada, achatada, con tres a cinco costillas en cada cara, de color blanco, amarillo, marrón o negro, mide de 2 a 5 mm. En su base se encuentra el vilano o papús plumoso, que facilita la diseminación por el viento; este se desprende fácilmente, con lo cual el aquenio de la semilla queda limpio (Granval & Graviola, 1991; Valadez, 1997).

- ***Latencia de la semilla:*** Después de la cosecha las semillas permanecen latentes durante un tiempo variable; no germinan a menos que se logre la ruptura de la dormancia, debido a la presencia de una envoltura membranosa que rodea la semilla y es impermeable a los gases, el agua y la luminosidad, cuando está fresca.

A medida que la semilla tiene tiempo de cosechada, mejora la permeabilidad de la membrana y su germinación es mayor (Díaz *et al.*, 1995; Valadez, 1997). Cuando la semilla se cosecha con temperaturas superiores a 25 °C, se presentan los mayores niveles de latencia (latencia termo-inducida), pero cuando se cosecha en temperaturas entre 15 y 20 °C es posible que esta sea insignificante (Vallejo & Estrada, 2004).

**Figura N° 4: Descripción botánica de la lechuga.**

<p>Hojas de la lechuga</p>	
<p>Tallo y raíz de la lechuga</p>	
<p>Flor de la lechuga variedad blanca</p>	

**Fuente:** Infojardin 2014

### 8.2.5. Caracteres fisiológicos de la Lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*.)

Desde el punto de vista agronómico, en el ciclo de cultivo de la mayor parte de las lechugas se distinguen las siguientes fases:

- Fase de formación de una roseta de hojas
- Fase de formación de un cogollo más o menos compacto
- Fase de reproducción o de emisión de un tallo floral





De las tres fases, la segunda es la que más difiere de acuerdo al tipo de lechuga y a las distintas variedades, ya que el acogollado es de carácter genético cuantitativo y acarrea conjuntamente, plantas con hojas anchas en la base. Sin embargo no solo la genética influye en el acogollado, sino que hay factores del medio ambiente. A continuación se listarán los más relevantes:

- En el acogollado de la lechuga influye el equilibrio entre la luz y la temperatura.
- En períodos de escasa iluminación la lechuga acogolla mal si el régimen térmico es superior a los 20°C, mientras que con el mismo déficit de luz y temperaturas bajas, el acogollado se ve favorecido.
- En condiciones de fotoperiodo largo e iluminación alta, el acogollado es bueno a temperaturas alrededor de los 20°C.
- La fertilización tiene influencia sobre el acogollado de la lechuga.

- El período de lluvia, casi siempre es negativo causando mal acogollado, ejerce efecto sobre iluminación, temperatura, exceso de humedad relativa y humedad del suelo.

Cada variedad tiene su propio régimen de temperaturas para el acogollado, o lo que es lo mismo, requiere de determinado diferencial de la temperatura diurna de la nocturna (entre 8 a 10°C) (Ryder, 1999), (Bensink, 1971).

**Figura N° 5: Crecimiento y desarrollo de la lechuga.**

<b>ESTADO</b>	
<b>Plántula</b>	
<b>Roseta</b>	
<b>Encabezamiento</b>	
<b>Reproductivo</b>	

**Fuente:** Giaconi, V. y Escaff, M. (2001)

8.2.6. *Propiedades nutricionales y medicinales de la lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa.)*

**Cuadro N° 8: Composición de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) por 100 gramos de porción comestible**

<b>Componentes</b>	<b>cantidad</b>	<b>unidad</b>
Agua	95,63	%
Energía	13	g
Proteínas	1,35	g
Grasa total	0,22	g
Carbohidratos	2,23	g
Fibra dietética total	1,1	g
Ceniza	0,57	g
Calcio	35	mg
Fósforo	33	mg
Hierro	1,24	mg
Tiamina	0,06	mg
Niacina	0,12	mg
Vitamina C	3	mg
Vitamina A	25	mg
Ácidos grasos monoinsaturados	0,01	g
Ácidos grasos poliinsaturados	0,07	g
Potasio	141	mg
Sodio	10	mg
Magnesio	0,15	mg
Fración comestible	0,74	%

**Fuente:** según Incap (2012).

- **Medicinal:** La lechuga tiene funciones medicinales; es refrescante y digestiva; posee virtudes calmantes y notable eficacia como soporífero, por tanto, evita el insomnio, la nerviosidad, el mal humor, la irritabilidad, etc. Macerada, junto con avena, sirve como pomada que alivia irritaciones de la piel, alergias, erupciones y quemaduras. También, asociada con achicoria y escarola, sirve para prevenir la desmineralización y sus consecuencias, por ejemplo, raquitismo, tuberculosis, caries dentaria y ósea, etc., y, combinada con pepino y avena, se elabora una pomada útil contra irritaciones de la piel, sabañones y quemaduras. Además, la cantidad de celulosa y agua orgánica que contiene la lechuga en sus tejidos ayuda considerablemente en el proceso digestivo (<http://personal.redestb.es/martin/horta.htm>, citado en Ibarrán, 1993).

Actúa como analgésico en dolores producidos por golpes, torceduras, esguinces, contusiones, etc. También se puede utilizar como colirio ocular para la conjuntivitis y los ojos cansados. Su riqueza en minerales, especialmente en potasio, necesario para mantener un nivel adecuado de líquidos en el cuerpo, junto con el calcio y el fósforo, la hacen especialmente adecuada para el bienestar de los huesos. Presenta además una serie de oligoelementos no muy habituales dentro del mundo vegetal, como el selenio, antioxidante que tiene un papel fundamental en la prevención de cánceres como el de colon, próstata o pulmones.

(<http://www.botanicalonline.com/medicinalsactucasativa.htm>).

- **Usos:** Se utiliza en fresco en ensaladas y como acompañante en diferentes platos.

Industrialmente se usa para la fabricación de cremas cosméticas (Alzate & Loaiza, 2008). Es diurética, pues estimula la eliminación de orina, y contribuye a la cura de enfermedades como obesidad, hipertensión arterial, edemas, nefritis, cálculos renales, etc. Mejora la circulación, previene la arteriosclerosis y disminuye el colesterol. Del mismo modo tiene un efecto sedativo, ayuda en las afecciones del aparato respiratorio combatiendo los ataques de asma y los espasmos bronquiales.

(<http://www.botanical-online.com/medicinalsactucasativa.htm>).

### **8.2.7. Calidad de semilla**

La calidad de semilla es muy importante ya que es el primer factor que incide en la producción de lechugas de calidad. Por eso se debe considerar la pureza varietal, que indica la calidad genética de la semilla. O sea que todas las plantas que crezcan sean de la misma variedad. El porcentaje de germinación indica cuantas semillas viables contiene el envase, lo que permite hacer los ajustes necesarios en la siembra directa o en el almacigo para asegurar una población comercial de lechugas. La pureza física de las semillas indica que el contenido del envase tiene poco o nada material inerte, basuras de cosecha u otros contenidos, y que el peso contenido es semilla (Giaconi y Escaff, 2001).

#### **- Almacigos**

La profundidad de siembra es de 0.2 cm para tener buena germinación.

El uso de almacigos es una práctica común en la producción de lechuga. Este sistema tiene varias ventajas, como:

#### **- Adelanto de producción de campo**

Al hacer almacigos temprano en la temporada, se anticipa el trasplante y crecimiento de las plantas. La producción puede ser de mejor calidad y temprana, cubriendo mejor el espacio de tiempo en el mercado (Giaconi y Escaff, 2001).

#### **- Obtención de plantas uniformes**

El uso de semillero permite realizar una siembra mucho más pareja en profundidad, contenido de humedad del suelo y distribución de semillas. Esto trae como consecuencia una emergencia de plántulas mucho más uniforme, el crecimiento es más ordenado y, por lo tanto, la edad fisiológica de las plantas es bastante similar.

El problema que se puede presentar es distribuir un exceso de semillas, esto puede producir etiolación de las plántulas.

**- Buena distribución de plantas en terreno**

La producción de plántulas permite realizar una distribución muy uniforme de plantas en terreno, porque al tener las plántulas separadas individualmente se pueden trasplantar a la distancia sobre hilera apropiada para la especie.

**- Facilita el manejo agronómico en primeras etapas de desarrollo**

Al tener las plantas una buena distribución y orden en terreno son mucho más fáciles ya que reduce el manejo agronómico en las primeras etapas de desarrollo del cultivo.

**- Elección de sitio**

El sitio donde se sembrara la almaciguera con el hidrogel debe tener condiciones apropiadas para que sea exitoso en la producción de plantines sanos y vigorosos. Gran parte del rendimiento futuro del cultivo de lechuga está en la ejecución de un buen almácigo y en la obtención de plantines en óptimas condiciones para ser trasplantadas.

**- Preparación del sustrato (hidrogel para uso de almacigueras)**

Para el proceso de germinación de la semilla de lechuga se elaboró el hidrogel con una consistencia semilíquida se usó:

- 1500gr. almidon de yuca.
- 1500 ml. Agua destilada.

➤ 500gr. De penca de tuna.

### **- *Desinfección de bandejas***

La germinación es afectada por muchos factores externos; sin embargo, la presencia de patógenos e insectos siempre es causante de muchas pérdidas en almacigueras. Por esta razón es necesario realizar una desinfección del sitio y objetos que se van a usar.

### **- *Dosis de semilla***

Una dosis baja de semillas en las bandejas produce plantas más fuertes y grandes, pero en menor cantidad; por lo tanto, la producción de plantines es más ineficiente.

Por el contrario, altas dosis de semilla incrementan la competencia, no obstante, producen plántulas más débiles y etioladas.

### **- *Riego***

La humedad es fundamental para la germinación, la semilla necesita embeberse en agua para iniciar los procesos metabólicos y salir de la dormancia. Para este proceso se preparó el hidrogel con una consistencia semi líquida.

Las plantas están formadas en más del 95% por agua, por eso este elemento es tan necesario para su desarrollo. El agua es clave en la fotosíntesis, en el enfriamiento de los órganos o equilibrio homeostático, transporte de nutrientes a través de la planta; en fin, participa en casi todos los procesos metabólicos de la planta. Sin agua, no hay crecimiento ni desarrollo de las hortalizas ni de ningún vegetal.

### **- Criterios de cosecha de plántulas y trasplante**

Variados criterios para trasplante se pueden aplicar para tomar decisiones de cuando arrancar las plántulas y llevarlas a su lugar definitivo. Esta labor de arranque es bastante estresante para la plántula, porque pierde raíces, sufriendo danos, y se interrumpe la continuidad que existe entre suelo-agua-raíz, lo que trae como consecuencia una marchitez leve inicialmente.

En general, los principales criterios de arranque para los almácigos de lechuga que se utilizan son:

- Altura de plántula.
- Diámetro de tallo.
- Numero de hojas verdaderas.

La extracción o arranque de plántulas debe ser lo más cercano posible al trasplante. En climas cálidos la deshidratación de plantas es muy alta; por lo tanto, todos estos procesos deben ser muy rápidos, manteniendo a las plantas en lugares más frescos y sombríos, para luego trasportarlas al lugar definitivo en canastas húmedas.

### **8.2.8. Condiciones edafológicas del cultivo de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*.)**

#### **8.2.8.1.Requerimientos edafoclimáticos:**

- **Clima:** El clima óptimo para el cultivo esta entre 15 y 18 °C. . Es bastante tolerante a las bajas temperaturas, pero a altas temperaturas su calidad desmejora y la vida de aquel se limita bastante (Doorenbos y Kassam, 1979).

- **Altitud:** Lechuga blanca lisa adaptada se adapta bien a una altitud entre 1.800 y 2.600 msnm (Doorenbos y Kassam, 1979).
  
- **Humedad:** La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%; la alta humedad causa problemas porque favorece el ataque de enfermedades como el moho blanco causado por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, el moho gris causado por *Botrytis cinerea* (Osorio & Lobo, 1983; Serrano, 1996; Alzate & Loaiza, 2008).
  
- **Luminosidad:** La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas luz), acompañado de altas temperaturas (mayores de 26 °C), emite el tallo floral; al respecto son más sensibles las lechugas foliares que las de cabeza. En cuanto a la intensidad de la luz, el cultivo es exigente en alta luminosidad para un mejor desarrollo del follaje en volumen, peso y calidad (Valadez, 1997).
  
- **Requerimiento Hídrico:** entre 300 a 600 mm al año (Doorenbos y Kassam, 1979).
  
- **Tipo de Suelo:** franco-arcilloso y franco-arenoso (Doorenbos y Kassam, 1979).
  
- **Profundidad:** Requiere una profundidad de suelo mínima de 25 - 35 cm. La mayoría de las raíces se encuentran en la capa superior del suelo de 20 cm de profundidad normalmente el 100% del agua se extrae de esa capa (Doorenbos y Kassam, 1979)
  
- **Salinidad:** Es una especie medianamente tolerante a la salinidad (entre 4 y 10 mmho) Vallejo & Estrada, 2004).
  
- **Drenaje:** requiere de suelos con buen drenaje (Doorenbos y Kassam, 1979).
  
- **PH:** El pH apropiado para este cultivo está entre 5.5 y 6.5. (FAO, 1994).

### 8.2.9. Manejo agronómico de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*.)

- **Siembra:** Para la siembra se prepara el suelo aplicando materia orgánica proveniente de diferentes fuentes, se recomienda aplicar 3 días antes de la siembra, 3 onzas por postura de Bocashi o abono de composta.

La siembra se hace en camas de 1 a 1,20 metros de ancho y en hileras con 15 centímetros de altura.

- **Riego:** aplicación de hidrogel a base de almidón de yuca, en tres etapas del cultivo de lechuga.

- **Control de malezas:** Es necesario de 2-3 limpiezas en la etapa de crecimiento para evitar la competencia ya que al desarrollar follaje inhibe el crecimiento de maleza.

- **Aporque:** A los **15-20 días después del trasplante** controla el crecimiento hierbas y ayuda a que las plantas echen raíces. Se debe tener el cuidado de no causar daño a las hojas y raíces para evitar la entrada a las enfermedades como la bacteriosis.

- **Densidad de plantación:** Distancias de siembra de 0,30 m x 0,30 m, se requiere semilla resistente a la floración precoz y resistencia moderada al virus del mosaico de la lechuga estirpe.

- **Rendimiento cultivo de la lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*.):** Para Flores (2009), el rendimiento a campo abierto, en la producción del cultivo más importante dentro de las hortalizas (*Lactuca sativa* L.), es de 4 a 6 kg/m<sup>2</sup>.

Al respecto Arias (2009), menciona que el rendimiento de la lechuga se halla en un orden de 2 a 3 kg/m<sup>2</sup>.

Por su parte Marulanda (2003), reporta que el rendimiento de la lechuga en suelo es de 1,6 kg/m<sup>2</sup>.

### 8.2.10. Plagas y enfermedades.

#### 8.2.10.1. Plagas

**Cuadro N° 9: Descripción de plagas, manejo y control.**

<b>Problema</b>	<b>Agente causal</b>	<b>Manejo y control</b>
	<i>Spodoptera exigua</i> <i>Agrotis ípsilon</i> <i>Feltia sp.</i>	Adecuación y preparación de camas. Solarización, uso de ceniza, cal agrícola Uso de cebos tóxicos como <i>Bacillus thuringiensis</i> .
Minadores de follaje	<i>Lyriomiza huidobrensis</i>	Control cultural de poda de hojas en los focos. Recoger residuos de cosecha de ciclos anteriores. Aspersiones con insecticida
Chupadores de follaje Afidios	<i>Myruspersicae</i>	Riego por aspersión. Aspersión de aceites vegetales y minerales Extracción e hidrolatos de tabaco En casos de alta infestación y en épocas tempranas asperjar insecticidas como: Diclorvos, Deltametrina, Pirimicarb.
Moluscos (babosas)	<i>Derocera ssp.</i>	Limpieza total de las camas y bordes del cultivo. Aplicación de cebos a base de Metaldehidos en horas de la tarde.

**Fuente:** Vallejo y Estrada (2004 p. 341)

8.2.10.2. *Enfermedades:*

**Cuadro N° 10: Principales enfermedades en lechuga.**

<b>Enfermedad</b>	<b>Síntomas</b>	<b>Opciones de manejo</b>
Botritis o moho Gris (Botrytis . cinerea )	Las hojas se vuelven amarillas al principio y después se cubren de un moho color gris.	- Preparar bien el suelo. -Erradicar las plantas enfermas y enterrarlas
Mildio veloso Bremia lactucae )	Aparecen unas manchas y un micelio veloso; las hojas se van volviendo de color café claro.	- Rotación de cultivos. - Buen drenaje. - Productos: oxido cuproso.
rhizoctonia (Rhizoctonia solani)	Lesiones necróticas que pueden ocupar toda la lechuga.	- Desinfección de semilleros. - Rotación de cultivos. - Buen drenaje.
Sclerotinia (Sclerotinia sclerotiorum )	Es una enfermedad muy severa, el hongo habita naturalmente en el suelo y ataca a muchos cultivos. Se produce un marchitamiento, que primero ocurre en las hojas más viejas y luego se va extendiendo a las jóvenes. Ocurre descomposición blanda de los tejidos.	- Tratamiento del suelo - Buen drenaje. - Rotación de cultivos. - Aradas profundas.

**Fuente:** Ediciones de Horticultura, S.L. 330 p.. y Suslow, T.; Cantwell, M. 2002.

### **8.2.11. Época de cosecha**

Como la planta constantemente tiene disponibilidad de agua y temperaturas más favorables a sus necesidades, su ciclo tiende a ser más corto que los cultivos normales. Esto posibilita a los agricultores llegar a los mercados antes y obtener mejores precios por sus productos y liberar el terreno mucho más rápido para el cultivo siguiente (Proyecto Merlín, 2010):

### **8.2.12. Cosecha y Recolección**

Normalmente, la cosecha se realiza dos meses después del transplante. Al momento de la cosecha hay que considerar los siguientes parámetros:

- La altura (el promedio debe ser de 30 centímetros)
- Debe estar libre de daños mecánicos y daños por plagas y enfermedades
- No debe haber comenzado el desarrollo de la inflorescencia.

- La madurez está basada en la compactación de la cabeza.

- Una cabeza compacta es la que requiere de una fuerza manual moderada para ser comprimida y es considerada apta para ser cosechada.

- Una cabeza muy suelta está inmadura y una muy firme o extremadamente dura es considerada sobre madura.

- Las cabezas inmaduras y maduras tienen mucho mejor sabor que las sobre maduras y también tienen menos problemas en poscosecha.

(<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>).

**Figura N° 6: Lechuga variedad blanca lista para ser cosecha**



**Fuente:** Jorge Jaramillo

### ***8.2.13. Pos-cosecha***

es el periodo transcurrido desde la recolección de los productos en el campo hasta que son consumidos en estado fresco o utilizados en procesos de preproducción o transformación.

#### ***- Criterios de calidad***

Después de eliminar las hojas exteriores, la lechuga debe presentar un color verde brillante. Además, las hojas deben ser crujientes y túrgidas. El peso debe ser de 1 a 1.5 libras por cabeza (Carballo, 1995).

### ***- Empaque***

Para los supermercados el producto puede ser empacado:

- En bolsas
- En canastas plásticas
- En bandejas de espuma ('foam')

### ***- Efecto del etileno***

La lechuga es extremadamente sensible al etileno. El punteado pardo es el síntoma más común de la exposición a etileno en poscosecha (Carballo, 1995).

### ***- Transporte***

- En camiones: cubierto y ventilado
- En canastas plásticas preferiblemente; con esto se logra minimizar el daño mecánico (si no están sobrellenadas)
- El transporte a granel o en matate no es recomendable, ya que se incrementan los niveles de daño mecánico
- Se debe proteger el producto del sol y la lluvia.

### ***- Almacenamiento***

La lechuga se almacena a 0°C y una humedad relativa mayor de 95%, en estas condiciones se logra optimizar la vida de almacenaje.

La lechuga es muy sensible al etileno, por esta razón no es recomendable almacenarla con frutas generadoras de etileno tales como manzanas, peras y duraznos (Carballo, 1995).

### 8.3. Seguimiento y monitoreo

**Cuadro N° 11: Descripción del desarrollo del programa**

N°	Actividad	Responsable	Observaciones
1° practica	Se hizo germinar en las bandejas 500 g de semilla maíz y trigo En frascos de vidrio se puso diez semillas por envase, de lechuga, alverja y maíz, utilizando como sustrato el hidrogel.	Beatriz Angelica Lujan Choque Celmira Apaza	Algunas por un mal desinfectado pueden aparecer los hongos.
2° practica	Se puso esquejes de durazno en un recipiente para su enraizamiento solo con el hidrogel	Celmira Apaza Ledezma.	El callo de los esquejes le empezó a salir pequeñas raicillas a los 12 días.
3° practica	Se incorporó 1kilo de hidrogel por planta de lechuga alrededor de la planta que esto durara hasta su ciclo de producción sin necesidad de regarlo	Beatriz Angélica Lujan Celmira Apaza	Solo se vio unos cuantos pulgones en la lechuga. * La planta estaba hidratada y vigorosa.

**Fuente:** Elaboración propia

## 9. RESULTADOS OBTENIDOS

- Se obtuvo un hidrogel natural a base de almidón de yuca que favoreció en la germinación de semillas y retención de humedad.
- Se obtuvo una buena germinación de semillas en un corto tiempo sin necesidad de sustrato.
- Se produjo plantines libres de patógenos, enfermedades.

**- Resultados que se obtuvo en la producción de lechuga variedad blanca (*Lactuca Sativa*).**

**- *Emergencia de plantas de lechuga variedad blanca (Lactuca Sativa)***

A los cinco días de realizada la siembra se observó la aparición de las primeras plántulas de lechuga sobre la superficie del suelo y a los 14 días de la siembra con las dos hojas cotiledonales extendidas, momento en que se cuantificó emergencia.

**- *Supervivencia de plantas de lechuga***

El análisis estadístico de los datos de supervivencia de las plantas de lechuga, 60 días después de la siembra, reveló diferencias significativas entre las pruebas, resultados.

### **Resultado N°1**

- ❖ Se aplicó 20 kg/m<sup>2</sup> de hidrogel de almidón de yuca y sobrevivieron el 35% de las plántulas y las del tratamiento testigo prosperaron alrededor del 25% de la población de plántulas emergidas ya que no lograron superar las condiciones de

sequedad del suelo y llegaron al punto de marchitez permanente, lo cual aumentó la mortalidad de plantas por no tener la humedad necesaria para sobrevivir.

### **Resultado N°2**

- ❖ En esta prueba se aplicó  $30\text{kg}/3\text{m}^2$  de hidrogel a base de almidón de yuca en la cual se obtuvieron similares resultados entre resultado 2 y 3, sólo registrándose diferencias significativas con el resultado 1. El porcentaje de plantas de lechuga que prosperaron fue del 50%.

### **Resultados N°3**

- ❖ Se obtuvieron buenos resultados, con el suelo acondicionado con el hidrogel a base de almidón de yuca con la dosis de  $25\text{ kg}/3\text{m}^2$ . El porcentaje de plantas de lechuga que prosperaron fue del 75%.
- ❖ Se estima que el mayor contenido de humedad del suelo logrado con la dosis más alta de la enmienda orgánica ensayada, afectó las condiciones de sanidad del cultivo, aumentó la mortandad de plántulas y disminuyó la cantidad de plantas de lechuga que prosperaron hasta el final de la experiencia.

### **- Resultados de las germinaciones de trigo arveja y maíz**

#### **Resultado N°1**

- ❖ Se hizo remojar 24 horas luego se puso con el hidrogel a los 10 horas emergieron con brotes se obtuvo el 90% de las semillas, a las 24 horas la tenían raicillas y con su follaje

## **Resultado N°2**

- ❖ En 4 días el maíz, trigo alverja y tenia de 7- 8 cm que puede ser trasplantada a un sustrato si es para siembra.
- ❖ Para producción de forraje a los 10 días se obtuvo 15 cm de tamaño de follaje que ya puede ser consumido por el animal.

## **10. CONCLUSIONES**

- El almidón de yuca utilizado no posee las mismas características solidificantes, sin embargo, resultado favorable para la germinación, desarrollo e hidratación de las plantas.
- El hidrogel es económico y fácil de prepararlo.
- El hidrogel además de hidratar a la planta fertiliza y acelera la germinación y desarrollo de la planta libre de enfermedades.
- El cultivo de lechuga desarrollado en suelo con la aplicación de hidrogel a base de almidón de yuca presentó mayor emergencia, crecimiento, supervivencia de plantas y mejores rendimientos del cultivo. Esta enmienda aumenta el contenido de humedad del suelo lo cual se asocia con mayores rendimientos en los cultivos.
- Se determinó que la aplicación del hidrogel en dosis de 25 y 30 kg/m<sup>2</sup> beneficia el crecimiento y productividad del maíz, al aumentar en promedio 31.5 % el contenido de humedad edáfica, y estimaron que este aumento en la humedad disponible para la planta inducido por el hidrogel, no influyó en la germinación

## **11. RECOMENDACIONES**

- El uso del agua y las técnicas para su eficiencia determinan el éxito en la producción de los cultivos. Normalmente se riega 1 m<sup>2</sup> con unos 10 lts. de agua, en hidroponía se estima que se puede mejorar la eficiencia de riego en un 90 %, con el HIDROGEL CON BASE DE ALMIDON DE YUCA la eficiencia seria de un 95 %.
  
- Des esterilizar los objetos a usar para evitar la proliferación mohos, de patógenos al hidrogel.
  
- No utilizar insumos vencidos, pueden alterar el sustrato o hidrogel.
  
- Mezclar homogéneamente los insumos.
  
- Realizar monitoreo constante de las semillas durante la germinación y desarrollo.

## 12. FUENTES DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Visitar la siguientes páginas web:

<http://aluzza.com.mx/924734hidrogel.html>

<https://prezi.com>

**Alarcón, F. y Dufour, D.** 1998. *Almidón agrío de yuca en Colombia. Produccion*. Tomo I. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD). Cali, Colombia. pp 9-24.

**AOAC.** 2000. *Nitrogen (total) of flour*. Association of Analytical Chemists International (AOAC). 7 ed. MD, Estados Unidos de América.

Cantwell, M. y Suslow, T. (2002). *Lettuce, Crisphead: Recommendations for Maintaining Postharvest Quality*. En línea: [http://ucanr.edu/sites/Postharvest\\_Technology\\_Center\\_/Commodity\\_Resources/Fact\\_Sheets/Datastores/Vegetables\\_English/?uid=19&ds=799](http://ucanr.edu/sites/Postharvest_Technology_Center_/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_English/?uid=19&ds=799) (Accessed January 18, 2014).

Bensink, J. (1971). On morphogenesis of lettuce leaves in relation to light and temperature. Mededeling Landbouwhogeschool. Vol. 71 (No 1). Pp. 1-93. Wageningen, Holanda.

Flint, L. H. y McAlister, E. D. (1937). Wave lengths of radiation in the visible spectrum promoting the germination of light sensitive lettuce seed. Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. 96 (No 1). Pp. 1-8.

Giaconi, V. y Escaff, M. (2001). *Cultivo de Hortalizas (15a ed.)* Santiago, Chile: Editorial Universitaria.

Ikuma, H. y Thimann, K. V. (1964). Analysis of germination processes of lettuce seed by means of temperature and anaerobiosis. *Plant Physiol.* Vol. 39 (No

Ryder, E. (1999). *Lettuce, Endive, and Chicory*. Wallingford, Oxon, Reino Unido: CABI Publishing.

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 1

FOTOS 1 y 2. Pesado de insumos para preparar el hidrogel a base de yuca.



Fuente propia



**FOTOS 3 y 4.** Extracción del mucilago para la preparación del hidrogel a base de yuca.



**Fuentepropia**



**FOTOS 5, 6 y 7. Preparación del hidrogel a base de almidón de yuca y vaciado a los recipientes**



**Fuente propia**



**Fuente propia**

## ANEXO N° 2

FOTOS 8 y 9. Germinación de distintos tipos de semilla con hidrogel a base de yuca.



Fuente propia



### ANEXO N° 3

FOTOS 10 y 11. Desarrollo de distintos tipos de semilla con hidrogel a base de yuca.



Fuente propia



**FOTOS 12 y 13.** Desarrollo de semillas de arveja trigo y cebada con hidrogel a base de yuca.



**FOTOS 14, 15.** Desarrollo de plantines de lechuga variedad blanca con hidrogel a base de yuca.



**Fuente propia**



**ANEXO N° 4**

**FOTOS 16, 17.** Desarrollo de raíces de esquejes con hidrogel a base de yuca.



**Fuente propia**

**ANEXO N° 5**

**FOTO 18.** Participación en la feria de Ciencia y Tecnología en Cochabamba.  
Hidrogel a base de yuca.



**Fuente propia**

ANEXO N°6

FOTO 19. Imagen del banner presentado en la feria asistida en La Paz

MINISTERIO DE **educación** ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MINISTERIO DE **educación** ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

**INSTITUTO TECNOLÓGICO "BERTO NICOLI" CARRERA AGROPECUARIA**

**HIDRORETENEDOR AGRICOLA MEDIANTE EL HIDROGEL DE ALMIDON DE YUCA**


**Metodología:**



**Resultados:**



**Conclusiones:**



**Estudiantes:**

- Beatriz Angélica Lujan Choque
- Celmira Cindy Apaza Ledezma

**Tutor:**

- Ing. Agr. Claudio Anibal Vázquez Salinas