

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**INTRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LESQUERELLA  
(*Lesquerella fendleri*) EN LA COMARCA LAGUNERA**

**POR:**

**FELIPE ZAVALA BORREGO**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE 2007**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA.**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.**

**INTRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LESQUERELLA (*Lesquerella  
fendleri*) EN LA COMARCA LAGUNERA.**

TESIS DEL C. FELIPE ZAVALA BORREGO ELABORADA BAJO LA  
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA Y APROBADA  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.**

**APROBADA POR:**

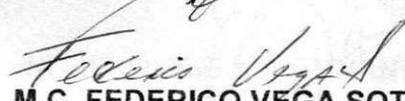
**ASESOR PRINCIPAL:**

  
**M.C. CARLOS EFREN RAMIREZ CONTRERAS.**

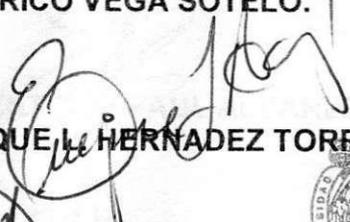
**ASESOR:**

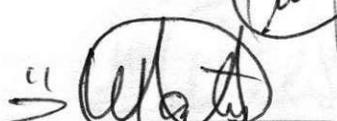
  
**Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA.**

**ASESOR:**

  
**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO.**

**ASESOR:**

  
**ING. ENRIQUE L. HERNANDEZ TORRES.**

  
**M.C. VICTOR MARTNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO.

DICIEMBRE DEL 2007.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA.**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.**

**INTRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE LESQUERELLA (*Lesquerella fendleri*) EN LA COMARCA LAGUNERA.**

TESIS DEL C. FELIPE ZAVALA BORREGO QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN.**

**APROBADA POR:**

**PRESIDENTE:**

  
**M.C. CARLOS EFREN RAMIREZ CONTRERAS.**

**VOCAL:**

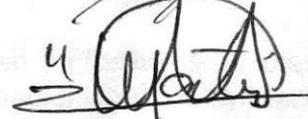
  
**M.C. FEDERICO VEGA SOTELO.**

**VOCAL:**

  
**ING. ENRIQUE L. HERNANDEZ TORRES.**

**VOCAL:**

  
**Ph.D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA.**

  
**M.C. VICTOR MARTNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.**



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas  
DICIEMBRE DEL 2007.

TORREÓN, COAHUILA, MEXICO.

## **AGRADECIMIENTOS.**

### **A DIOS:**

Por darme día a día la oportunidad de existir, las fuerzas para lograr alcanzar mis objetivos en la vida y por ser el que guía mi camino.

### **A MIS PADRES:**

**DIONICIO ZAVALA OVANDO  
Y  
MARISELA BORREGO MONTES**

Por el gran esfuerzo realizado para poder sustentar mis estudios, por el aliento que siempre me infundían y porque gracias a sus consejos siempre he sabido conducirme correctamente en la vida.

### **A MIS HERMANOS:**

Martín, Salatiel, Hilda, Erendira, Daniel y Samuel, ya que por el hecho de tenerlos como hermanos me inspiran para luchar por lo que deseo en esta vida.

### **A MIS MAESTROS:**

A todos los que participaron en mi formación profesional, por la transferencia de sus conocimientos, por su paciencia y por ayudarme a concluir mis estudios.

## INDICE DE CONTENIDO.

## INDICE DE CONTENIDO.

	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	i
INDICE DE CONTENIDO.....	ii
INDICE DE CUADROS.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	3
III. OBJETIVO.....	3
IV. HIPOTESIS.....	3
V. META.....	3
VI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
6.1. Origen.....	4
6.2. Clasificación Taxonómica.....	4
6.3. Importancia.....	4
6.4. Características de la planta.....	5
6.5. Tipo de Suelo.....	6
6.6. Fecha de Siembra.....	6
6.7. Siembra en Camas o en Plano.....	6
6.8. Índice de Siembra.....	7
6.9. Germinación de la Semilla.....	7
6.10. Emergencia.....	8
6.11. Efectos del Frío.....	8
6.12. Plagas y Enfermedades.....	8
6.13. Floración y Producción de la Semilla.....	8
6.14. Rendimiento Potencial.....	9
6.15. Contenido de Aceite y Goma.....	9
6.16. Valor de la Semilla.....	9
6.17. PRÁCTICAS CULTURALES.....	10
6.17.1. Preparación del Suelo.....	10
6.17.2. Método de Siembra.....	10

6.17.3. Herbicidas.....	10
6.17.4. Fertilización.....	11
6.17.5. Riegos.....	12
6.17.6. Polinización.....	13
6.17.7. Cosecha.....	13
6.17.8. Almacenamiento.....	13
<b>VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
7.1. Localización geográfica del área de investigación.....	14
7.2. Preparación del Terreno.....	14
7.3. Sistema de Siembra.....	14
7.4. Fecha de Siembra.....	14
7.5. Densidad de Siembra.....	14
7.6. Fertilización.....	14
7.7. Parcela Experimental.....	14
7.8. Diseño Experimental.....	15
7.9. Variables a Medir.....	15
7.10. Riegos.....	15
7.11. Cosecha.....	15
7.11.1. Selección de las muestras.....	16
<b>VIII. DISCUICIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
8.1. Peso de la Semilla.....	18
8.2. Rendimiento.....	19
<b>IX. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>21</b>
<b>X. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>XI. LITERATURA CONSULTADA.....</b>	<b>23</b>

## INDICE DE CUADROS.

	Página.
Cuadro. 1.	
Clasificación taxonómica de lesquerella.....	4
Cuadro. 2.	
Herbicidas y Tipo de suelo.....	11
Cuadro. 3.	
Estadísticas de variables que intervinieron en rendimiento (grs/m <sup>2</sup> ).....	16
Cuadro. 4.	
Peso de semilla y paja contenidas en la muestra (grs/m <sup>2</sup> ).....	17
Cuadro. 5.	
Peso de semilla (grs).....	18
Cuadro. 6.	
Rendimiento de cinco muestras (grs/m <sup>2</sup> ).....	19
Cuadro. 7.	
Rendimiento de lesquerella en la pequeña propiedad "La Montaña".....	19

## I. INTRODUCCIÓN.

La lesquerella fendleri es una brassicaceae nativa de Texas, nuevo México, Arizona, en México se le localiza al noreste del País. Esta planta produce semillas que contienen goma y aceite que se pueden utilizar con propósitos industriales. Las características de este aceite son similares a las del aceite de castor. Más de 30000 toneladas de aceite de castor y derivados son importados dentro de los estados unidos de América cada año, para usarse en una gran variedad de aplicaciones industriales, incluyendo grasas militares, resinas, polietileno, plásticos y cosméticos. El aceite de lesquerella puede reemplazar al aceite del castor en muchas de esas aplicaciones y en algunos casos, mejora las propiedades de los productos. Aun, cuando las investigaciones para definir los usos específicos son recientes, la goma extraída de a coraza de la semilla de lesquerella, ofrece un potencial industrial significativo bueno (Dierig y Ray, 2006).

Esta especie se extiende sobre un amplio rango geográfico de tipos de suelos, temperaturas, elevación y humedad. Se han encontrado poblaciones de lesquerella a una altura de 2500 msnm. Los distintos ecotipos que existen se deben a los diferentes factores ambientales que se presentan a diferentes elevaciones (Nixon 1983., Salywon 2005).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ARS, CSRS, SBIR, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y otros grupos privados y públicos, se han comprometido en hacer de la lesquerella un cultivo nuevo y rentable, para lo que, en los próximos 8 ó 10 años se espera que sean plantados 10000 acres de lesquerella en las regiones áridas del suroeste de los Estados Unidos de América. A demás del distintivo ácido graso y el contenido de goma, La lesquerella posee otras características positivas. La lesquerella puede reemplazar a los granos pequeños (cereales) en las rotaciones de cultivos y puede ser plantada como un cultivo de ciclo anual invernal. El elemento más crítico para un buen soporte de la planta depende la humedad en el suelo para una buena germinación, en el sur de Arizona central el requerimiento temporal de agua de la lesquerella es de alrededor de 25 pulgadas, similar al del trigo primavera. La germinación ocurre de 8 a 14 días

después de sembrarse. La siembra se realiza en el periodo invernal y su crecimiento es muy lento. Sin embargo, a medida que la temperatura se incrementa, en los últimos días de enero, se estimula el desarrollo vegetativo lográndose la cobertura vegetal en un periodo de dos meses (Windauer et al., 2004).

Aun cuando las investigaciones sobre la lesquerella se han enfocado en la selección de la planta, métodos de siembra, irrigación, control de maleza, cosecha y en el desarrollo de técnicas para procesar la semilla y el aceite, se realizan esfuerzos encaminados en conseguir la comercialización de la lesquerella en menos de ocho años. Las investigaciones también están encaminadas a definir los productos que se pueden elaborar y vender del aceite y goma de lesquerella (Dierig et al., 1993).

De las variedades de lesquerella que se conocen, la fendleri es la única especie domesticada, superior a las otras especies por su amplia variedad genética, la cantidad y calidad de semillas que la planta produce. La semilla de lesquerella contiene aceite rico en ácido lesquerólico que representa el 60% de los ácidos grasos de la semilla. El contenido original de aceite de semilla es de aproximadamente 22%. Sin embargo, a través de procesos de mejoramiento (USWCL) se ha logrado obtener un contenido de aceite del 30% (Dierig et al., 2001).

La lesquerella se ha cultivado con éxito en los sistemas de siembra en cama o en plano. La cosecha es más fácil de llevar a cabo en plano que en cama. Sin embargo, la salinidad en el sistema de siembra en cama es más manejable. El 85% del crecimiento vegetativo se logra en los meses de febrero y marzo. El desarrollo de la semilla se presenta de marzo a los últimos días de mayo. La producción se puede incrementar fertilizando con 100 Kg por hectárea de fertilizante nitrogenado (Ploschuk et al., 2001).

El riego se suspende a mediados de mayo para que a la planta se deshidrate y alcance un contenido de agua en la semilla de 12% antes de cosecha. Las plantas se deben recolectar en los últimos días de junio. El

rompimiento de la semilla no es problema a menos de que ocurra una lluvia fuerte. Las cosechadoras convencionales contienen tamices adecuados para cosechar la semilla. La pérdida de semilla puede ser de tan sólo del 5% con las cosechadoras correctamente equipadas. El contenido de basura en la cosecha representa de un 11 hasta un 34 %. La producción de semilla experimentalmente es de 1800 libras por acre. Sin embargo, en los ensayos prácticos es de 800 a 900 libras por acre (Dierig et al., 2001)

## **II. JUSTIFICACIÓN.**

Evaluar el cultivo de la lesquerella como una alternativa al problema de escasez de agua en la comarca lagunera.

## **III. OBJETIVO.**

Evaluar la producción del cultivo de lesquerella bajo las condiciones ambientales de la región lagunera como una alternativa para los productores de la región.

## **IV. HIPOTESIS.**

Las condiciones ambientales de la comarca lagunera permiten un buen desarrollo y producción de lesquerella.

## **V. META.**

Lograr la adaptación del cultivo y obtener un cultivo alternativo para los productores de la región, en un periodo de 8 meses.

## VI. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 6.1. Origen.

Las especies del género *Lesquerella* son nativas del norte de América, y pertenecen a la familia de la (Brassicáceas). Dentro de este género, la especie *L. fendleri* está siendo domesticada actualmente en los Estados Unidos como cultivo anual invernal (Arquette y Brown., 1993).

### 6.2. Clasificación taxonómica.

La lesquerella (Brassicaceae), es un género con 95-100 especies originaria de los Estados Unidos y México (Dierig et al., 1993)

Cuadro. 1. Clasificación taxonómica de la lesquerella.

CLASIFICACIÓN CIENTIFICA.		
REINO.	Plantae.	
SUB REINO.	Traqueobionta.	Plantas Vasculares.
SUPERDIVISIÓN.	Spermatophyta.	Plantas con semillas.
DIVISIÓN.	Magnoliophyta.	Plantas con flor.
CLASE.	Magnoliopsida.	Dicotiledoneas.
SUBCLASE.	Dilleniidae.	
ORDEN.	Brassicales.	Chaparrales.
FAMILIA.	Brassicaceae.	
GENERO.	<i>Lesquerella</i> .	
ESPECIE.	<i>L. fendleri</i> .	
NOMBRE COMÚN.	<i>Lesquerella fendleri</i> .	

Rollins y Shaw., 1973.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lesquerella\\_fendleri](http://en.wikipedia.org/wiki/Lesquerella_fendleri)

### 6.3. Importancia.

La lesquerella puede representar una alternativa de cultivo para las regiones áridas. La importancia de esta planta es su contenido de aceites ricos en ácidos hidroxicos grasos similares a los encontrados en el aceite de castor, utilizados en un gran numero de productos incluyendo lubricantes industriales no petroleros, como grasas, fluidos hidráulicos y aceites para motores de

combustión interna, así como, productos de cuidado personal y farmacéuticos que contienen este tipo de ácido, por lo que se tiene la necesidad de producir este aceite, para lo cual se requiere sembrar una superficie de 140,000 hectáreas para satisfacer esta necesidad en base al uso del aceite de castor (Dierig y Ray., 2006).

La domesticación de este género ha permitido determinar las dos especies más apropiadas para su explotación en las regiones áridas. Se ha encontrado que la lesquerella fendleri por su mayor producción es la mejor variedad seguida por la pallida, especie con menor producción. En la investigación realizada (USWCL) se ha obtenido un germoplasma que tiene un 30 % de aceite superior al 22 % que presenta esta planta (Dierig et al., 2001).

Aunque es una planta conocida, no fue sino hasta principios de los 90's que se realizaron prácticas agropecuarias para determinar las prácticas culturales más apropiadas (Dierig et al., 2001).

#### **6.4. Características de la planta.**

Se conocen más de 100 especies de lesquerella, 83 de las cuales son nativas del norte de América. Muchas se dan en el suroeste de USA y el norte de México. El género está compuesto por hierbas anuales, bianuales y perennes. La lesquerella fendleri es perenne y generalmente se le encuentra en suelos calcáreos muy bien drenados. La planta crece como cultivo anual invernal (Rollings et al., 1973).

La lesquerella produce muchos tallos y crece a una altura aproximada de 14-18 pulgadas. Desarrolla flores amarillas en la corona que se distribuyen a lo largo de los tallos que la planta produce. Las flores desarrollan capsulas que contienen numerosas y aplanadas semillas. Un millón de semillas pesan solamente 19.4 onzas. El óptimo de densidad de población va desde 300000 a 400000 plantas por acre (Rollings et al., 1973).

### **6.5. Tipo de suelo.**

La lesquerella fendleri crece de manera natural en suelos pobres y se han observado afloraciones sobre piedra caliza al oeste de Texas. Las mejores condiciones para el buen desarrollo del cultivo son; suelos de texturas ligeras a medianas, calcáreos, muy bien drenados y con pH de 7.0-8.5. Se deben evitar suelos pesados (arcillosos). Los suelos seleccionados deben tener uniformidad de textura, debido a que es difícil controlar la irrigación y otras prácticas culturales cuando el terreno contiene texturas ligeras y pesadas (Ploschuk et al., 2001).

### **6.6. Fecha de Siembra.**

La lesquerella fendleri deberá sembrarse tan pronto como las temperaturas sean moderadas, a finales del mes de septiembre y a principios del mes octubre. Cualquier evento de siembra debe realizarse antes del mes de noviembre. Hay casos en que la siembra se ha realizado durante la primavera y los resultados que se han obtenido son muy deficientes. Por lo que se recomienda que se siembre antes del mes de noviembre (Windauer et al., 2004).

### **6.7. Siembra en Camas o en Suelo Plano.**

La decisión de sembrar en plano ó en cama involucra consideraciones como; la capacidad de riego, la preparación del terreno y otros factores. Ambos métodos han sido utilizados exitosamente; Las Camas se establecen de 40 pulgadas sobre la cual se colocan tres surcos generalmente. En Plano se obtiene cobertura vegetal total del suelo. Sembrar en plano tiene ventajas sobre la Siembra en camas; La cosecha es más fácil si se siembra en plano, el agua se distribuye más uniformemente en plano que en cama. Los problemas salinidad se presenta cuando se utiliza el método de siembra en cama, las sales que quedan almacenadas en el centro de la cama reduciendo drásticamente la germinación y emergencia (Grieve et al., 2000).

## **6.8. Índice de Siembra.**

La densidad óptima puede obtenerse al sembrar de 4–6 libras por acre. Más sin embargo, si se considera la dormancia de algunas semillas y las deficiencias en la siembra, los rangos de semilla a utilizar generalmente están entre 6-8 libras por acre. Entre mayor sea la densidad menor será la competencia con los problemas de maleza. El óptimo de densidad de población para una máxima producción de semilla es de 300000 a 400000 plantas por acre (Salywon et al., 2005).

## **6.9. Germinación de la Semilla.**

Las especies de lesquerella tienen variaciones con respecto a la germinación, la temperatura en la cual la semilla entra en el periodo de letargo ó dormancia depende de la especie y edad de la semilla. El más grande problema para la germinación de la semilla de lesquerella, se presenta durante el periodo de dormancia; por la cantidad de luz requerida para el proceso de germinación (Windauer et al., 2004).

El problema más frecuente encontrado en la lesquerella ha sido a inhabilidad de mantener el suelo suficientemente húmedo para que la semilla germine. La naturaleza provee alguna asistencia al atrapar y contener humedad un gel mucilaginoso presente en la cubierta de la semilla y que se hace evidente cuando la semilla es humedecida. Aun con la humedad retenida por el gel, es difícil que la lesquerella germine en los meses de Septiembre y Octubre si las temperaturas son altas o si los vientos secan rápidamente el suelo. Después de la siembra, El suelo deberá ser irrigado y deberá mantenerse húmedo durante las dos semanas siguientes a la siembra ó hasta que la germinación ocurra. Se deberá también evitar la práctica de arado durante los procesos de germinación y emergencia (Hayes et al., 1995).

#### **6.10. Emergencia.**

Las plantas de lesquerella pequeñas son difíciles de ver en los primeros tres meses después de la siembra pues crecen muy despacio. La semilla de lesquerella sembrada en los meses de Septiembre-Octubre, tendrá aproximadamente de 1 a 2 pulgadas de altura para los últimos días del mes de Enero (Windauer et al., 2004).

#### **6.11. Efectos del Frío.**

La lesquerella no ha sido afectada por las bajas temperaturas. Se han realizado siembras bajo temperaturas muy bajas en el oeste de Texas, cerca de Ft. Stockton y el cultivo no presentó daños por congelamiento. Una de las características que presentan las plantas pequeñas durante el invierno es que adquieren una tonalidad Verde-Azul Oscuro. Después de la emergencia el cultivo crecerá lentamente alcanzando de 2-3 pulgadas para finales del mes de Febrero (Windauer et al., 2004).

#### **6.12. Plagas y Enfermedades.**

No se ha identificado ninguna plaga ni enfermedad alguna que afecten al cultivo lesquerella. Solo se han encontrado unas cuantas Aphids negras en una parcela experimental pero estas no persistieron al desarrollarse la planta y no se observó ningún daño. Se ha observado en las parcelas que algunas plantas de manera individual han muerto, más sin embargo, no se ha identificado ningún organismo que pueda causar este evento observado (Dierig et al., 2005).

#### **6.13. Floración y Producción de la semilla.**

Entre los meses de Febrero y Marzo, flores pequeñas de color amarillo comienzan a formar racimos en la corona de los tallos de la planta y se distribuyen hacia abajo cuan largo el tallo crezca. Las flores forman una pequeña capsula esférica dividida por el centro por una membrana translúcida. En el interior de la capsula a ambos lados de la membrana se forman numerosas y pequeñas semillas. En tanto el tallo crece, las capsulas de semillas en la parte inferior del tallo maduran y comienzan a secarse. Al mismo tiempo, las flores continúan formando capsulas en la parte superior en donde el

tallo ha crecido. La lesquerella dedica una porción significativa de su metabolismo para generar el peso de la semilla en la última parte de la temporada, luego entonces, es importante mantener la parcela fertilizada y bien irrigada hasta que el ciclo del cultivo termine (Hayes et al., 1995).

#### **6.14. Rendimiento Potencial.**

Se han obtenido rendimientos de 1800 libras por acre en lotes experimentales cosechados a mano. En otras parcelas el rendimiento ha sido de 800-900 libras por acre. En los meses de Mayo y junio se presentan situaciones como; precipitaciones pesadas, fuertes ventarrones y granizadas, provocando la caída de la semilla y cosechando solamente 250 libras por acre (Dierig et al., 1996).

#### **6.15. Contenido de Aceite y Goma.**

La lesquerella contiene aproximadamente las mismas cantidades de Aceite y Goma (20-24%). Los estudios en curso están encaminados a incrementar el contenido de Aceite hasta un 35%. Algunas investigaciones han desarrollado las técnicas para producir un 32%, más sin embargo, Estas todavía no están listas para ser vendidas. Tanto el Aceite como la Goma, tienen valor como ingredientes industriales (Isbell et al., 1996).

#### **6.16. Valor de la semilla.**

Actualmente la semilla de lesquerella no se vende en ningún mercado. La semilla que se cosecha de los lotes experimentales es utilizada para producir aceite, con fines de estudio y para sembrarla en los años subsecuentes. Cuando los rendimientos de 1800 libras por acre de semilla contienen el 35% de aceite, se espera que la semilla tenga un valor de \$0.15-0.18 por libra. El costo de producción de la semilla es de aproximadamente \$225-250 por acre (Dierig et al., 1993).

## **6.17. PRÁCTICAS CULTURALES.**

### **6.17.1. Preparación del suelo.**

El suelo debe ser pre-irrigado desde principios hasta mediados de Septiembre para que la semilla de la maleza germine y entonces deberá rastrearse, o en dado caso se pueden incorporar fertilizantes preemergentes y herbicidas. Posteriormente se realizan las labores culturales necesarias para la preparación del terreno con la finalidad de adecuarlo para la siembra (Ploschuk et al., 2001).

### **6.17.2. Método de Siembra.**

La lesquerella se ha sembrado esparciendo la semilla, seguido de una ligera compactación del suelo con un rodillo. La mayoría de los éxitos obtenidos se dan cuando se utilizan plantadoras Brillions. El método y equipamiento usados dependen de la situación económica del agricultor. El suelo deberá ser pulverizado antes de la siembra y la semilla deberá ser cubierta con no menos de 1/16 pulgadas de suelo, hay que tomar en cuenta que la semilla es muy pequeña y hay escasez de vigor, por lo cual no debe de cubrirse con mucho suelo (Ploschuk et al., 2001).

### **6.17.3. Herbicidas.**

El control de la maleza es un problema en cuando se cultiva lesquerella, no es un buen competidor. Más sin embargo, la maleza no se presenta sino hasta que las temperaturas son más cálidas. Para combatir la maleza y bajo el uso de licencias especiales se han aplicado Treflan y Goal en la lesquerella, además de fusilade, balan y paraquat como controladores de maleza (Dierig et al., 1996).

Las pruebas en las Parcelas han demostrado que el Balan E.C. y el Treflan E.C. pueden ser incorporados antes de la siembra ó usado como tratamientos de preemergencia a diferentes niveles dependiendo del tipo de suelo (Dierig et al., 1996).

Cuadro. 2. Herbicidas y Tipo de suelos.

Tipo de suelo.	Balan E.C.	Treflan E.C.
Suelos Gruesos (ligeros).	3 qts/A (1.125 lb/A)	1.5 qts/A (0.75 lb/A)
Suelos Medios.	3 qts/A (1.125 lb/A)	2.0 qts/A (1.00 lb/A)
Suelos Finos (pesados).	4 qts/A (1.500 lb/A)	2.5 qts/A (1.25 lb/A)

Dierig et al., 1996.

Pruebas realizadas en lotes experimentales han demostrado que una vez que la planta de lesquerella tenga más de cuatro hojas verdaderas, el lote puede cubrirse totalmente con 1.0 lb/A de Treflan E.C. sin dañar el cultivo. Esprayar con 0.5 lb/A de Goal en la etapa de 2-4 hojas verdaderas puede dañar el cultivo (Dierig et al., 1996).

Los tratamientos post-emergentes de fusilade a 0.25 lb/A ó Goal a 0.50 lb/A no han arrojado ningún efecto sobre el cultivo una vez que alcanzado su etapa juvenil. El Stinger a 0.25-0.50 lb/A ha mostrado buenos resultados en las parcelas experimentales. Una mezcla de fusilade + stinger puede incrementar la efectividad cuando se trate de control de maleza post-emergente (Dierig et al., 1996).

El Paraquat ha sido utilizado en lotes experimentales de la Universidad de Arizona hasta la finalización del ciclo del cultivo de 4-7 días antes de la cosecha. Los mejores resultados se han obtenido mientras que el cultivo está activamente creciendo y cuando el Paraquat fue aplicado durante los días calientes a fines de Junio ó principios de Julio. Aun cuando se han probado un gran número de herbicidas químicos, son Treflan E.C. y Goal los herbicidas que se utilizan con mayor frecuencia (Dierig et al., 1996).

#### 6.17.4. Fertilización.

La respuesta de la lesquerella a la aplicación del Nitrógeno es muy buena. Las producciones más altas de las siembras realizadas en el mes de Septiembre se consiguen con la aplicación de 60-100 libras de Nitrógeno por acre. La lesquerella produce un 90% de su desarrollo durante el periodo de Febrero-Mayo, en esta etapa no deberá faltar la fertilización, la planta

necesitará la mayor cantidad del Nitrógeno que utiliza durante el ciclo vegetativo. El estudio ha demostrado que la planta produce el 20% del peso restante de la semilla durante las últimas 3 semanas antes de la cosecha (últimos días de Junio), por esta razón se recomienda que se apliquen fertilizantes durante la siembra, finales del mes de Febrero con el primer riego de primavera y con el agua de riego a mediados de Mayo (Ploschuk et al., 2001).

#### **6.17.5. Riegos.**

La lesquerella deberá ser regada inmediatamente después de la siembra y la superficie del suelo deberá mantenerse húmeda por lo menos dos semanas ó hasta que se lleve a cabo la germinación. Si no se riega adecuadamente, la falta de humedad podría afectar considerablemente la germinación de la semilla. La frecuencia de riego durante la germinación dependerá del tipo de suelo, temperatura y velocidad del viento. (Windauer et al., 2004).

Durante el invierno, en los meses de Diciembre y Enero, el agua requerida por la planta es mínima, tanto que las precipitaciones que ocurran serán suficientes para proporcionar adecuadamente la humedad durante este periodo. Después de la germinación y emergencia, será necesaria algo de agua para prevenir que el suelo se agriete y para mantener el suelo húmedo bajo la superficie del mismo (Windauer et al., 2004).

Los mayores requerimientos de agua de la lesquerella ocurren desde los últimos días de Febrero hasta Mayo. Una buena estrategia para la programación de riegos de la lesquerella, es la de irrigar cada 15-20 días comenzando a fines de Febrero hasta mediados de Abril y luego cada 10-12 días desde fines de Abril hasta Mayo ó Junio. Los riegos deberán seguir hasta que el cultivo termine su ciclo. Aunque el requerimiento de agua estacional de la lesquerella es de alrededor 25 pulgadas, la cantidad actual de agua aplicada al cultivo es de un poco más de 30-32 pulgadas, debido a la ineficiencia de los sistemas de irrigación (Dierig et al., 2001).

#### **6.17.6. Polinización.**

Para obtener mejores resultados se deben colocar colmenas en la parcela en cuanto el cultivo comience a florear en los últimos días de Febrero ó Principios de Marzo. La actividad de las abejas será muy pesada en los campos de lesquerella; generalmente no hay cultivos floreciendo al mismo tiempo y consecuentemente los apicultores pueden poner colmenas en la parcela sin costo alguno para el productor. Las colmenas deben ser removidas antes que el paraquat sea aplicado al terminar la producción (Hayes et al., 1995).

#### **6.17.7. Cosecha.**

Se realiza con una cosechadora con un ordinario recolector de granos, una instalación de un ventilador desbaratador y una adecuada criba como la que se usa en la alfalfa. Deberá usarse un cilindro de alta velocidad con ángulos cóncavos cerrados. La regulación del flujo del aire es muy importante debido a que las semillas pequeñas pueden ser expulsadas con facilidad fuera de la cosechadora. La pérdida de semillas puede ser tan solo de un 5% si se cosecha con la maquinaria equipada y operada correctamente. La basura contenida en la semilla cosechada tiene un rango de 11 a 34% (Dierig et al., 1996).

#### **6.17.8. Almacenamiento.**

La semilla de la lesquerella se calentará si se ha cosechado antes de que esta se haya secado. Se recomienda revisar la semilla frecuentemente y descubrirla si comienza a calentarse (Dierig et al., 1996).

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 7.1. Localización geográfica del área de investigación.

Este experimento se realizó en la pequeña Propiedad La Montaña, localizada a 1,350 msnm en la carretera de Torreón – Rojo Gómez. A 6 Km. después del poblado Juan Eugenio, Municipio de Torreón, Coahuila.

### 7.2. Preparación de Terreno.

Para la preparación del lote experimental se realizaron las siguientes labores culturales: en primer lugar un barbecho de aproximadamente 30 cm. de profundidad, seguido del paso de la rastra, una nivelación del terreno con pendiente de cuatro centímetros por cada 100 metros, el suelo debe de quedar bien mullido para la siembra de este cultivo.

### 7.3. Sistema Siembra.

El método de siembra que se utilizó para este experimento, fue el de siembra en plano, con la finalidad de lograr cobertura vegetal dentro del lote experimental. La semilla que se sembró es la lesquerella fendleri L.

### 7.4. Fecha de siembra.

La siembra de la lesquerella se realizó el día cuatro de Noviembre del 2006, utilizando una maquina sembradora de cereales.

### 7.5. Densidad de siembra.

La cantidad de semilla que se utilizó para la siembra, fue de 6 kilogramos por hectárea.

### 7.6. Fertilización.

Para este experimento no se utilizó ningún fertilizante que estimulara el desarrollo del cultivo.

### 7.7. Parcela experimental.

Se establecieron dos melgas de 20 metros de ancho por 100 metros de largo, para un total de 4000 m<sup>2</sup>.

### 7.8. Diseño Experimental.

El diseño experimental por esta ocasión quedo anulado al considerar que se tiene solo la fase de introducción del cultivo.

### 7.9. Variables a medir.

Las variables a medir fueron:

- Peso de la semilla (100 piezas).
- Rendimiento por hectárea (Kg.). Para comparar la producción que se obtendrá en este experimento con las que se citan en la revisión de literatura.

### 7.10. Riegos.

En un principio se trato de que los riegos se aplicaran tal como se indica en la sección de revisión de literatura, el primer riego se aplicó el día de la siembra, el día cuatro de Noviembre del 2006, el segundo riego se aplicó el día 24 de Noviembre. Durante el invierno en los meses de Diciembre y Enero, el requerimiento es mínimo, tanto que, el agua de las precipitaciones se consideró suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo.

Para la segunda fase, el primer riego fue el 26 de febrero de 2007, los riegos posteriores se retrasaron debido a la poca familiarización con el cultivo, pues se pensó que no nacería debido a que las plantas tardaron en emerger. Y no fue, si no hasta el 20 de Abril que se volvió a regar, los riegos posteriores se aplicaron los días 10 y 22 de Mayo, y el último se aplico el día siete de junio. Con este calendario el cultivo creció bajo un déficit de tres riegos según se establece en la literatura citada por (Dierig et al., 2001).

### 7.11. Cosecha.

La cosecha se realizó en los últimos días del mes de junio. Al no contar con la maquinaria adecuada, la recolección se realizó en forma manual.

### 7.11.1. Selección de las muestras.

En este experimento se evaluó, el peso y rendimiento de semilla de lesquerella.

Para obtener el peso de semilla se seleccionaron 10 muestras de 100 semillas cada una y usando una balanza electrónica digital se determinó el peso de cada muestra.

Para determinar el rendimiento por  $m^2$  se seleccionaron al azar 5 muestras representativas del lote experimental. Estas muestras se procesaron por separado, tratando de eliminar la mayor cantidad de basura posible, sin embargo, fue imposible eliminarla en su totalidad. Después de procesar y pesar la muestra ( $1 m^2$ ) se seleccionaron 5 submuestras (de 2.68 grs. Promedio) para determinar el porcentaje de basura y semilla que aun contenían las muestras. En estas pequeñas muestras la semilla y la paja se separaron por completo con la ayuda de una espátula y se pesaron. Para obtener el porcentaje de semilla y paja se dividió el peso de estas, entre el peso de la submuestra. Se estimó una media de los porcentajes el cual se aplica al peso de la muestra ( $1 m^2$ ) y se obtuvo la cantidad de semilla que contenía la muestra.

Cuadro. 3. Estadísticas de las variables que intervinieron en el Rendimiento (grs/ $m^2$ ).

MUESTRA	BOLSA+SEMILLA	BOLSA+PAJA	P. DE SEMILLA	P. DE PAJA	P. DE LA SUBMUESTRA
1	4.076	1.953	2.409	0.286	2.695
2	4.047	2.03	2.38	0.363	2.743
3	4.071	1.922	2.404	0.255	2.659
4	4.055	1.897	2.388	0.23	2.618
5	4.064	1.968	2.397	0.301	2.698
<b>Total.</b>			<b>11.978</b>	<b>1.435</b>	<b>13.413</b>

Cuadro. 4. Peso de semilla y paja contenidas en la muestra (grs/m<sup>2</sup>).

% de Semilla	% de Paja	Peso Total de la Muestra	Total de paja en la Muestra	Total de Semilla en la Muestra
89.30	10.70	54.411	5.82	48.59

Peso del espacio muestral de 1 m<sup>2</sup> sin el peso de las submuestra = **40.998 grs.**

Rendimiento = **48.59 grs/M<sup>2</sup>.**

Para obtener el rendimiento por m<sup>2</sup> de las cuatro muestras restantes, se realizó el mismo procedimiento descrito anteriormente.

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 8.1. Peso de la Semilla.

Después de procesar las muestras se seleccionaron 10 muestras de 100 semillas cada una, se pesaron y se obtuvieron los resultados presentados en la siguiente tabla.

Cuadro. 5. Peso de la semilla (grs).

MUESTRAS.	PESO/100 SEMILLAS.
1	0.03
2	0.033
3	0.032
4	0.045
5	0.028
6	0.043
7	0.037
8	0.032
9	0.041
10	0.046
TOTAL.	0.367
PROMEDIO.	0.0367
DESVEST.	0.006600505
C. VARIACIÓN.	0.179850273

Después de analizar las 10 muestras de 100 semillas, se obtuvo un peso promedio de **0.0367 grs.** Según el resultado obtenido un millón de semillas pesan tan solo 367 grs. Comparando lo obtenido con la literatura donde dice que un millón de Semillas pesan 0.54 grs. (Rollins et al., 1973), Podemos observar que el peso de Semilla que obtuvimos es inferior al reportado.

## 8.2. Rendimiento.

A continuación se presentan los rendimientos obtenidos de las muestras y su producción por hectárea.

Cuadro. 6. Rendimiento de cinco muestras (grs/m<sup>2</sup>).

MUESTRAS.	PESO/1M2 (grs.)
1	58.78
2	48.59
3	50.56
4	46.83
5	47.95
<b>TOTAL.</b>	<b>252.71</b>
<b>PROMEDIO.</b>	<b>50.542</b>
<b>DESVEST.</b>	<b>4.80033</b>
<b>C. VARIACIÓN.</b>	<b>0.09498</b>

Como se muestra en la tabla se obtuvo un rendimiento promedio por m<sup>2</sup> de **50.542 grs.**

En la siguiente tabla se presentan los resultados de producción de semilla por hectárea, expresada en kg.

Cuadro. 7. Rendimiento de lesquerella, pequeña propiedad La Montaña (kg/ha), 2007.

MUESTRAS.	PESO/1M2 (grs.)	PRODUCCIÓN POR HECTAREA.	PRODC./HA. (KG.)
1	58.78	587800	587.8
2	48.59	485900	485.9
3	50.56	505600	505.6
4	46.83	468300	468.3
5	47.95	479500	479.5
<b>TOTAL.</b>			<b>2527.1</b>
<b>PROMEDIO.</b>			<b>505.42</b>
<b>DESVEST.</b>			<b>48.00330</b>
<b>C. VARIACIÓN.</b>			<b>0.094977</b>

El rendimiento promedio de semilla obtenido en este experimento fue de **505.42** Kilogramos por hectárea, lo que equivale a 1093.98 libras. Y la producción que se establece en la literatura es de 800-900 libras por acre. Lo cual indica que el rendimiento obtenido es inferior: Sin embargo, ha habido experimentos donde solo se han cosechado 250 libras por acre (Dierig et al., 1996).

## IX. CONCLUSIONES.

Bajo las condiciones en las cuales se desarrollo el presente trabajo podemos concluir:

La producción de lesquerella obtenida fue inferior a la reportada en otros trabajos de investigación.

Lesquerella fendleri se adapta a las condiciones ambientales que se presentan en la región.

## X. RECOMENDACIONES.

Se recomienda realizar más estudios para determinar si lesquerella pudiera ser un cultivo alternativo para la Comarca lagunera.

Realizar las prácticas culturales recomendadas para crear las condiciones requeridas para que el cultivo exprese su potencial.

## XI. LITERATURA CONSULTADA.

Dierig D.A., Adam N.R., Mackey B.E., Dahlquist G.H., Coffelt T. A., 2005. Temperature and elevation effects on plants growth, development, and seed production of two lesquerella species.

Dierig D.A., Thompson A.E., and Nakayama. 1993. Lesquerella commercialization efforts in the United States. Ind. Crops. Prod. 1, 289-293.

Grieve C.M., Poss J.A., Suarez D.L., Dierig D.A. 2000. Lesquerella growth and selenium uptake affected by saline irrigation water composition.

Arquette, J.G. and J.H. Brown. 1993. Development of cosmetic grade oil from *Lesquerella fendleri* seed. p. 367-371. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), New crops. Wiley, New York.

Rollins, R. C., 1993. The Cruciferae of Continental North America. Stanford University Press, Stanford, California.

Rollins, R. C. y E. A. Shaw, 1973. The genus *Lesquerella* (Cruciferae) in North America. Harvard University Press. Cambridge. MA, 288 pp.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lesquerella\\_fendleri](http://en.wikipedia.org/wiki/Lesquerella_fendleri)

Salywon A.M., Dierig D.A., Rebman J.P., Jasso de Rodriguez D., 2005. Evaluation of new lesquerella and physaria (Brassicaceae) oil seed germplasm. Am. J. Bot. 92,53-62.

Dierig D.A., Tomasi P.M., Salywon A.M., Ray D.t., 2005. Improvement in hydroxyl fatty acid seed oil content and other traits from interspecific hybrids of three lesquerella species. Euphytica 139,199-206.

Nixon E.S., Ward J.R., Lipscomb B.L., 1983. Rediscovery of *lesquerella pallida* (cruciferae). *Sida* 10, 167-175.

Windauer L.B., Slafer G.Z., Ravetta D.A., 2004. Phenological responses to temperature of an annual and perennial *lesquerella* species. *Ann. Bot.* 94, 139-144.

Roetheli J.C., Clarson K.C., Kleiman R., Thompson A.E., Dierig D.a., Glaser L.K., Blasé M.G., Goodell J., 1991. *Lesquerella* as a source of hydroxy fatty acids for industrial products. In: *Growing Industrial Material Series*. USDA/CSRS, office of agricultural Materials, Washington, DC, 46 pp.

Hayes D.G., kleiman R., Phillips B., 1995. The triglyceride composition, structure and presence of estolides in the oils of *lesquerella* and related species. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 72, 559-206.

James H. Brown. 1995. International Flora Technologies, Ltd. 2295 S. Coconino Dr. Apache Junction, AZ 85220.

Dierig, D.A. and Ray, D.T. 2006. Challenges in developing new plant species for industrial uses. *HortSci*. In Press.

Dierig D.A., Tomasi P.M., Dahlquist G.H., 2001. Registration of WCL-LY2 high oil *lesquerella fendleri* germplasm. *Ind. Crops. Prod.* 5, 53-63.

Ploschuk E.L., Windauer L., Ravetta D.A., 2001. Potential value of traits associated with perennial habits in the development of new oil-seed crop for arid lands. A comparison of *lesquerella fendleri* and *L. Mendocina* subjected to water stress. *J. Arid. Environ.* 47, 373-386.

Isbell T.A., Dahlquist G.H., Dierig D.A., 1996. A half seed technique for analyzing fatty acid methyl esters of *lesquerella fendleri*. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, in preparation.